

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

Veronika Bezoušková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

OBOR: TEXTILNÍ MATERIÁLY A ZKUŠEBNICTVÍ

**PRODYŠNOST TEXTILIÍ PRO VÝROBU
SPECIÁLNÍCH ODĚVŮ PRO HASIČE A
ZÁCHRANÁŘE**

**AIR PERMEABILITY OF FABRICS FOR
A SPECIAL FIREMEN AND RESCUE
WORKING CLOTHING PRODUCTION**

VERONIKA BEZOUŠKOVÁ

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Kovačič

ROZSAH PRÁCE	
Počet stran	111
Počet obrázků	46
Počet tabulek	59
Počet grafů	28
Počet příloh	3

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *bakalářská* práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *bakalářské* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou *bakalářskou* práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé *bakalářské* práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé *bakalářské* práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své *bakalářské* práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 20. prosince 2010

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Vladimíru Kovačičovi, za odborné vedení a veškeré připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

Ráda bych také poděkovala panu Leonardu Vargovi, majiteli firmy Deva F-M s.r.o, za cenné informace, ochotu při návštěvě v této firmě a za poskytnutí tištěných i elektronických podkladů a vzorků testovacích textilních materiálů určených pro hasiče. Dále děkuji panu Kamilu Mikolášovi, který mi poskytl cenné informace z oboru hasičstva a oblasti komfortu a vlastností textilií oděvů pro hasiče.

Mé poděkování patří samozřejmě i mým rodičům, za jejich podporu po celou dobu mého studia a všem dalším, kteří napomohli vzniku této práce.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou prodyšnosti, pevnosti a tažnosti textilních materiálů pro speciální ochranné oděvy pro hasiče a záchranáře.

V úvodní části se zaměřuje na ochrannou úlohu oděvu pro hasiče a záchranáře, rozdělení používaných materiálů a nehořlavých vláken a jejich vlastnosti.

Dále se zaměřuje na rozdělení skupin ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře a jeho součástí, jejich materiálové složení a charakteristika.

V závěrečné části podrobně popisuje zkušební metody, jejich průběh, vyhodnocení a popis přístrojů určených ke stanovení prodyšnosti, pevnosti a tažnosti textilií ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře.

ABSTRACT

This bachelor's work concerns with problems of air permeability, tensile strength and elongation at break for special protective clothing for firemen and rescue worker.

In the introductory part it focuses on a protective role of the clothing for firemen and rescue worker, dividing of used materials and nonflammable fibres and their character.

Next it focuses on dividing of the groups of protective clothing for firemen and rescue worker its components, their material structure and character.

In the last part it describes testing methods in detail, their progress, evaluation and description of machines designated for officiating determination of air permeability, tensile strength and elongation at break of protective clothing textiles for firemen and rescue worker.

KLÍČOVÁ SLOVA

Fyziologické vlastnosti textilií
Komfort oděvních výrobků
Prodyšnost
Pevnost a tažnost
Používaná nehořlavá vlákna
NOMEX
Goretexová membrána
Ochranné oděvy pro hasiče a záchranáře
Zásahové obleky
Pracovní stejnokroje
Zkušební metody
METEFEM FF 12/A
AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
TIRATEST 2300

KEY WORDS

Physiological character of textiles
Comfort of clothing products
Air permeability
Tensile strength and elongation at break
Used nonflammable fibres
NOMEX
GORE-TEX membrane
Protective clothing for firemen and rescue worker
Emergency uniforms
Working uniforms
Testing methods
METEFEM FF 12/A
AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
TIRATEST 2300

OBSAH

1.	ÚVOD	20
2.	HISTORIE.....	21
2.1	Z historie požární ochrany	21
2.2	Z historie záchranné služby	22
2.3	Integrovaný záchranný systém - IZS	22
3.	OCHRANNÁ ÚLOHA ODĚVU PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE, FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI A KOMFORT ODĚVNÍCH VÝROBKŮ	23
3.1	Design ochranných oděvů	23
3.2	Komfort oděvních výrobků	24
3.2.1	Fyziologický komfort	24
3.3	Fyziologické vlastnosti textilií	25
3.3.1	Prodyšnost plošných textilií	25
3.4	Mechanické vlastnosti textilií	26
3.4.1	Pevnost a tažnost plošných textilií	26
4.	MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU OCHRANNÝCH ODĚVŮ PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE A JEJICH VLASTNOSTI.....	27
4.1	NOMEX®	28
4.1.1	Vlastnosti nomexových vláken	29
4.2	KEVLAR®	29
4.3	SPANDEX®	30
4.4	GORE-TEX®	31
4.4.1	Obecné vlastnosti GORE-TEX® Membrány	31
4.4.2	Výhody GORE-TEX® Membrány	31
4.4.3	Technologie vlhkostní bariéry od firmy W. L. Gore&Associates	32
4.4.4	GORE-TEX® technologie od firmy W. L. Gore&Associates.....	33
4.4.5	Srovnání některých vlastností testovaných textilií z těchto vláken provedené firmou W. L. Gore&Associates	34
4.4.5.1	Prodyšnost (R_{et})	34

4.4.5.2	Chemická odolnost	34
4.4.5.3	Kontaktní teplo	35
4.4.5.4	Tepelná odolnost	35
4.4.5.5	Test v peci po 5 pracích cyklech	36
4.4.5.6	Vodotěsnost po praní	37
4.5	Používané materiály a vrstvení speciálních oděvů pro hasiče a záchranáře	37
4.5.1	Používané materiály pro hasičský ochranný oděv FIREMAN-TIGER	37
4.5.2	Používané materiály pro záchranářský ochranný oděv ZÁCHRANÁŘ....	37
4.5.3	Používané materiály pro záchranářský ochranný oděv ZÁCHRANÁŘ II.....	37
5.	POUŽÍVANÁ NEHOŘLAVÁ VLÁKNA PRO OCHRANNÉ ODĚVY PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE.....	38
5.1	M - aramidy (meta - aramidy)	38
5.2	P - aramidy (para - aramidy).....	39
5.3	PTFE (polytetrafluorethylén)	39
5.4	Melaminy.....	39
5.5	Polyfenylenbenzobisoxazoly (PBO)	40
5.6	Polybenzimidazoly (PBI)	40
5.7	Polyimidy (PI)	40
5.8	Uhlíkové prekurzory (C - P)	41
6.	TESTOVÁNÍ VLÁKNA NOMEX®	42
6.1	THERMO - MAN® od firmy DuPont	42
6.1.1	Odolnost proti žáru u běžně používaných ochranných oděvů.....	43
6.1.2	Rozmístění a druh popálenin v závislosti na druhu použitého materiálu ochranných oděvů	43
6.2	Životnost	44
6.3	Antistatické vlastnosti	44
6.4	Míra komfortu	45
7.	OCHRANNÉ HASIČSKÉ A ZÁCHRANÁŘSKÉ ODĚVY VYRÁBĚNÉ FIRMOU DEVA F-M s.r.o	46
7.1	Zásahové obleky	46
7.1.1	TIGER PLUS	47

7.1.2	FIREMAN – TIGER	47
7.1.3	TIGER MATRIX	49
7.1.4	FIREMAN V	49
7.1.5	GLADIATOR	50
7.1.6	COMPACTLINE INTEGRAL	51
7.1.7	ZÁCHRANÁŘ	52
7.1.8	ZÁCHRANÁŘ II	53
7.1.9	USAR	53
7.1.10	LEZEC II	54
7.1.11	LEZEC III	55
7.2	Pracovní stejnokroje	56
7.2.1	PRACOVNÍ STEJNOKROJE II - Nomex® Comfort	56
7.2.2	PRACOVNÍ STEJNOKROJE II - bavlna	56
7.2.3	PRACOVNÍ STEJNOKROJE II - směs polyester/bavlna.....	57
7.3	Spodní prádlo.....	57
7.3.1	SOUPRAVA NOMEX® Comfort	57
7.3.2	KUKLA NOMEX® Comfort	58
7.3.3	FUN - COM	58
7.4	Rukavice	60
7.4.1	TIGERLINE PLUS	60
7.4.2	JUBA® BG 311	60
8.	OCHRANA PROTI TEPLU, OHNI, ROZSTŘIKU ŽHAVÝCH KOVŮ A PŘED NEBEZPEČÍM VÝBUCHU	61
8.1	Ochrana proti teple	62
8.2	Ochrana proti teple, ohni a rozstříku žhavých kovů	66
9.	ZKUŠEBNÍ METODY TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ SPECIÁLNÍCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE	63
9.1	Zjišťování prodyšnosti plošných textilií	63
9.1.1	Definice	63
9.1.2	Podstata zkoušky	63
9.1.3	Zkušební zařízení	63
9.1.4	Postup zkoušky	65

9.1.5	Výpočet a vyjádření výsledků	66
9.1.5.1	Měření prodyšnosti hasičského oděvu FIREMAN-TIGER	67
9.1.5.2	Měření prodyšnosti záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ	72
9.1.5.3	Měření prodyšnosti záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II	76
9.1.5.4	Porovnání prodyšností hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II na přístroji METEFEM FF 12/A.....	80
9.1.5.5	Porovnání prodyšností hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300	81
9.1.6	Závěr	82
9.2	Stanovení tloušťky plošných textilií	82
9.2.1	Definice.....	82
9.2.2	Podstata zkoušky	82
9.2.3	Zkušební zařízení	83
9.2.4	Postup zkoušky	83
9.2.5	Výpočet a vyjádření výsledků	83
9.2.5.1	Měření tloušťky hasičského oděvu FIREMAN-TIGER	84
9.2.5.2	Měření tloušťky záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ.....	85
9.2.5.3	Měření tloušťky záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II	87
9.2.5.4	Porovnání tlouštěk hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II na digitálním tloušťkoměru	89
9.2.6	Závěr	90
9.3	Zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií	90
9.3.1	Definice	90
9.3.2	Podstata zkoušky	90
9.3.3	Zkušební zařízení.....	91
9.3.4	Postup zkoušky	92
9.3.5	Výpočet a vyjádření výsledků	93
9.3.5.1	Ochranný hasičský oděv FIREMAN-TIGER	93
9.3.5.2	Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ	99
9.3.5.3	Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ II.....	105

9.3.5.4	Porovnání pevnosti v tahu textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER a záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II	107
9.3.5.5	Porovnání doby do přetrhu textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER a záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II	108
9.3.6	Závěr	109
10.	ZÁVĚR.....	110
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		111
SEZNAM PŘÍLOH		112

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Tahová pracovní křivka
Obr. 2	Vícevrstvá konstrukce zásahových oděvů
Obr. 3	Struktura Nomexového vlákna
Obr. 4	Struktura Kevlarového vlákna
Obr. 5	Vlhkostní bariéra Proline
Obr. 6	Sympatex
Obr. 7	Příčný řez mikroporézní vlhkostní bariérou Gore-tex
Obr. 8	Detail povrchu ePTFE membrány
Obr. 9	Odolnost membrán poškozením chemikálií
Obr. 10	Příklad degradace PU membrány - popraskání
Obr. 11	Příklad natavování PES / Degradace
Obr. 12	Struktura PBO vlákna
Obr. 13	Struktura PBI vlákna
Obr. 14	Struktura PI vlákna
Obr. 15	Testovací figurína THERMO-MAN firmy Dupont
Obr. 16	Rozsah popálenin v závislosti na použitém materiálu oděvu
Obr. 17	Srovnání rozmístění a druhu popálenin v závislosti na použitém materiálu oděvu
Obr. 18	Srovnání mechanických vlastností textilií na výrobu ochranných oděvů
Obr. 19	Antistatické vlastnosti vlákna P140 a vlákna NOMEX®
Obr. 20	Míra komfortu vláken běžně používaných v ochranných oděvech proti žáru a plameni
Obr. 21	Zásahový oblek TIGER - PLUS
Obr. 22	Snížení tepelného stresu
Obr. 23	Zásahový oblek FIREMAN - TIGER
Obr. 24	Zásahový oblek TIGER MATRIX
Obr. 25	Zásahový oblek FIREMAN V
Obr. 26	GORE-TEX® AIRLOCK Technologie
Obr. 27	Zásahový oblek GLADIATOR
Obr. 28	Zásahový oblek COMPACTLINE INTEGRAL
Obr. 34	Pracovní stejnokroj II (Polyester / bavlna, bavlna)
Obr. 35	Spodní prádlo-SOUPRAVA NOMEX® Comfort
Obr. 36	Spodní prádlo - Kukla NOMEX® Comfort
Obr. 37	Regulace odvodu vlhkosti od těla

Obr. 38	Rukavice - TIGERLINE PLUS
Obr. 39	Rukavice - JUBA® BG 311
Obr. 40	Princip chladicí funkce textilie Cool Medics®
Obr. 41	Popis zkušebního zařízení METEFEM FF 12/A pro měření prodyšnosti
Obr. 42	Popis zkušebního zařízení AIR PEREMEABILITY TESTER FX 3300 pro měření prodyšnosti
Obr. 43	Popis zkušebního zařízení pro stanovení tloušťky plošných textilií
Obr. 44	Popis zkušebního zařízení pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií
Obr. 45	Detail upnutí zkoušeného materiálu do čelistí zkušebního zařízení pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií
Obr. 46	Popis spouštěcího zařízení LABOR TECH přístroje pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Srovnání prodyšnosti u membrány k tělu a membrány k vnější straně
Tab. 2	Chemická odolnost materiálů působením 65% kyseliny dusičné
Tab. 3	Působení kontaktního tepla na dané materiály
Tab. 4	Tepelná odolnost materiálů
Tab. 5	Srovnání testů v peci po 5 pracích cyklech u daných materiálů
Tab. 6	Vodotěsnost materiálů po pracích cyklech
Tab. 7	Porovnání charakteristických vláken s vysokou tepelnou odolností.
Tab. 8	Prodyšnost textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A
Tab. 9	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER změřené na přístroji METEFEM FF 12/A
Tab. 10	Prodyšnost textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
Tab. 11	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
Tab. 12	Prodyšnost materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A
Tab. 13	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ změřené na přístroji METEFEM FF 12/A
Tab. 14	Prodyšnost textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
Tab. 15	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
Tab. 16	Prodyšnost textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A
Tab. 17	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II změřené na přístroji METEFEM FF 12/A
Tab. 18	Prodyšnost textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
Tab. 20	Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300

Tab. 21	Prodyšnosti hasičských a záchranářských ochranných oděvů
Tab. 22	Prodyšnosti hasičských a záchranářských ochranných oděvů
Tab. 23	Tloušťky textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER měřené na digitálním tloušťkoměru
Tab. 24	Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER změřené na digitálním tloušťkoměru
Tab. 25	Tloušťky textilních materiálů záchranářského oděvu ZÁCHRANÁŘ měřené na digitálním tloušťkoměru
Tab. 26	Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů záchranářského oděvu ZÁCHRANÁŘ změřené na digitálním tloušťkoměru
Tab. 27	Tloušťky textilních materiálů záchranářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II na digitálním tloušťkoměru
Tab. 28	Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů záchranářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II změřené na digitálním tloušťkoměru
Tab. 29	Tloušťky hasičských a záchranářských ochranných oděvů
Tab. 30	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy
Tab. 31	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy
Tab. 32	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 33	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 34	Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy
Tab. 35	Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy
Tab. 36	Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku
Tab. 37	Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku
Tab. 38	Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru osnovy
Tab. 39	Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru osnovy
Tab. 40	Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku
Tab. 41	Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku
Tab. 42	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy
Tab. 43	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

Tab. 44	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 45	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 46	Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy
Tab. 47	Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy
Tab. 48	Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku
Tab. 49	Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku
Tab. 50	Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru osnovy
Tab. 51	Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru osnovy
Tab. 52	Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku
Tab. 53	Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku
Tab. 54	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy
Tab. 55	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy
Tab. 56	Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 57	Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku
Tab. 58	Průměrná pevnost v tahu textilních materiálů hasičských a záchrannářských oděvů
Tab. 59	Průměrná doba přetrhu textilních materiálů hasičských a záchrannářských oděvů

SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A
- Graf 2: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
- Graf 3: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A
- Graf 4: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
- Graf 5: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A
- Graf 6: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300
- Graf 7: Porovnání prodyšností hasičských a záchrannářských ochranných oděvů
- Graf 8: Porovnání prodyšností hasičských a záchrannářských ochranných oděvů
- Graf 9: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** měřená na digitálním tloušťkoměru
- Graf 10: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na digitálním tloušťkoměru
- Graf 11: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na digitálním tloušťkoměru
- Graf 12: Porovnání tlouštěk hasičských a záchrannářských ochranných oděvů
- Graf 13: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru osnovy**
- Graf 14: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**
- Graf 15: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru osnovy**
- Graf 16: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru útku**
- Graf 17: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**
- Graf 18: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru útku**
- Graf 19: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru osnovy**
- Graf 20: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**
- Graf 21: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru osnovy**
- Graf 22: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru útku**

- Graf 23: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**
- Graf 24: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru útku**
- Graf 25: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru osnovy**
- Graf 26: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**
- Graf 27: Porovnání pevností v tahu textilních materiálů hasičských a záchrannářských ochranných oděvů
- Graf 28: Porovnání doby do přetrhu textilních materiálů hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ePTFE	expandovaný polytetrafluorethylén
PU	polyuretan
R _{et}	výparný odpor [mm/s]
PES	polyester
PAN	polyakrylonitril
PBO	polyfenylenbenzobisoxazoly
LKČ	limitní kyslíkové číslo
PBI	polybenzimidazoly
PI	polyimidy
C-P	uhlíkové prekurzory
CRP	celkový rozsah popálení
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
např.	například
tzv.	tak zvaný
tzn.	to znamená
viz	rozkazovací způsob slovesa vidět

1. ÚVOD

Lidé většinu svého života docházejí do zaměstnání, kde jsou nebo nejsou povinni nosit pracovní oděv, uniformu či jiné ochranné pomůcky. Tam, kde se vyžaduje ochranný pracovní oděv považujeme ta zaměstnání, ve kterých tyto oděvy chrání zdraví člověka před nebezpečnými okolními vlivy. Jedná se například o zaměstnání hasičů, záchranářů, svářečů, plynářů, energetiků apod., kde hraje důležitou roli ochranných oděvů právě ochrana proti teplu, ohni, žáru, před elektrickým proudem, napětím, chladem, nebezpečím výbuchu, rozstřiku žhavých kovů a před nepříznivými vlivy počasí.

Ochrannou funkci těchto oděvů zajišťují textilie určené právě pro tyto účely, dále materiálová skladba složená ze speciálních nehořlavých vláken, fyziologické vlastnosti, mechanické vlastnosti a komfort těchto textilií.

Výrobu a produkci speciálních ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře zajišťuje v ČR firma Deva sídlící ve Frýdku Místku. Produkce je určena všem profesím, které vyžadují mimořádnou ochranu v extrémních situacích (např. před plameny, sálavým teplem, vodou, chemikáliemi, postřikem roztaveným kovem atd.). Tyto oděvy, které mohou v některých případech rozhodnout o životě a smrti, musí být zároveň pohodlné a člověk by se v něm měl cítit dobře.

V bakalářské práci je rozvinuto téma fyziologických vlastností textilií (prodyšnosti) a mechanických vlastností textilií (pevnosti a tažnosti) pro výrobu speciálních oděvů pro hasiče a záchranáře a zabývá se jejich komfortem. Dále rozděluje použité materiály, jaká se používá sestava materiálů testovaných textilií speciálních ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře a charakteristika vláken, které se používají jako ohnivzdorné. Rovněž je zde uvedena produkce hasičských a záchranářských oděvů firmy Deva F-M s.r.o a rozdělení těchto oděvů na zásahové oděvy, pracovní stejnokroje, spodní prádlo a rukavice a jejich podrobný popis. V závěrečné části jsou uvedeny průběhy zkušebních metod prodyšnosti, tloušťky, pevnosti a tažnosti textilií ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře. [3]

2. HISTORIE

2.1. Z historie požární ochrany

Oheň - mocný a užitečný přítel a nebezpečný a zákeřný nepřítel měl v celém průběhu dějin pro člověka a jeho život nesmírný význam. V dávných dobách, kdy lidé ještě nedovedli vyvolat oheň třením dřeva o dřevo nebo křesáním, vznikal na zemi oheň při sopečné činnosti nebo býval způsoben bleskem při bouřce.

Ve starověku pokládali oheň za jeden ze čtyř základních živlů. Staří Řekové v dávnověku věřili, že oheň byl přenesen na zem Prométheem, jenž ho ukradl bohům a Zeus ho prý potrestal tím, že ho přikoval ke skále a orel mu denně požíral játra.

V okamžiku, kdy nad ohněm však člověk ztratil kontrolu a vládu, stával se z něj zlý pán, který mu místo užitku přinášel utrpení a škodu. Ve chvíli, kdy ničil výsledky jeho práce a snažení, stal se jeho nepřítelem a člověk byl nucen hledat prostředky a způsoby, jak čelit jeho zákeřným rozmarům.

K prvním pokusům založit dobrovolnický spolek hasičů došlo v Chrudimi (1863). První německé sbory vznikly v Zákupích (1854) a v Liberci (1861). První dobrovolný hasičský sbor v Čechách byl založen r. 1864 ve Velvarech. Iniciátorem se stal Karel Krohn, který viděl ochranné družstvo při práci v Hamburku. Na Moravě vznikaly první sbory ve Velkém Meziříčí (1868), o rok později v Třebíči obě založené Titusem Krškou, velkou osobností hasičského hnutí na Moravě.

Ve dnech 13. a 14. srpna 1876 se konal v Praze první sjezd českých hasičů, kterých přijelo na 800. Na tomto sjezdu byly projednány především stanovy hasičských sborů a rovněž byl zřízen fond na podporu "v neštěstí upadlých hasičů".

Po vzniku samostatné Československé republiky sdružení dobrovolného hasičstva československého bylo rozpuštěno a po schválení nových stanov v roce 1919 byl v Brně založen Svaz dobrovolného hasičstva československého. Po válce došlo k přejmenování hasičské organizace na Svaz československého hasičstva. Stalo se tak 21. října 1945 v Praze.

Dne 1. ledna 1949 byla naše republika administrativně rozdělena na 19 krajů a velké množství malých okresů. Tato struktura vydržela pouhých 11 roků do roku 1960.

Samozřejmě po listopadu 1989 také nastalo mnoho změn; z požárníků se opět stali hasiči. Název naší dobrovolné organizace je nyní "Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska", který se dělí na krajské, okresní a místní články. [1]

2.2. Z historie záchranné služby

Polní nouzová péče byla poskytována v různých formách od začátku zaznamenané historie. Nový zákon obsahuje podobenství dobrého Samaritána, kde muž, který byl poražen, je opečováván Samaritánem.

Během středověku, rytíři St. John, známí také jako Maltézští rytíři, začali pomáhat jejich zraněným druhům, tvořili tak základ moderního sboru Maltézských rytířů a činnosti ambulance St. John.

První záznam o použití ambulance při nehodě sahá do roku 1487, do doby Španělské královny Isabelly. Španělská armáda byla svého času extrémně dobře vypracovaná a přitahovala dobrovolníky z celého světa, část z nich poté vytvořila první vojenské nemocnice neboli "ambulancias", avšak zranění vojáci stejně nebyli kvůli léčbě zvednuti dříve než skončila bitva, proto stále mnoho životů končilo umíráním v bitevním poli. Během bitvy byli z bojiště ranění odnášeni až za doby francouzského chirurga Jeana Dominique Larreyho (1766-1842), který je považován za otce přednemocniční neodkladné péče, jelikož zavedl tzv. „létající ambulanci" pro poskytování chirurgické pomoci v blízkosti bojiště, kdy až po primárním ošetření byli zranění odvázeni do stálých lazaretů.

Zavedl nosítka pro přenášení raněných, věděl, že je nutné vždy nejdříve zastavit krvácení, a přišel na to, že rány musejí být překryty čistým obvazem, jinak hrozí téměř vždy raná infekce s fatálním koncem. Válečná chirurgie tedy položila základy dnešní urgentní medicíny [2].

2.3. Integrovaný záchranný systém - IZS

V případě mimořádné události je zřízeno jedno operační středisko, které řídí veškeré záchranné akce, včetně nasazení sil a prostředků. Nazýváme jej dispečinkem IZS - *Integrovaný záchranný systém*.

Základními složkami IZS jsou:

- Hasičský záchranný sbor České republiky
- jednotky požární ochrany zařazené do *plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany*.
- Zdravotnická záchranná služba
- Policie ČR [2]

3. OCHRANNÁ ÚLOHA SPECIÁLNÍCH ODĚVŮ PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE, FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI A KOMFORT ODĚVNÍCH VÝROBKŮ

Některé prostředí, profese a nové sporty vyžadují nové typy materiálů, které jsou danému prostředí přizpůsobeny. Oděv musí být zdravotně nezávadný a vhodný do daného prostředí. Výroba speciálních oděvů pro hasiče a záchranáře se odchyluje od výroby oděvů klasických. Vyrábí se malosériově, do určité míry respektuje módní trendy. Aplikují se také méně obvyklé technologie a to znamená často zvýšenou pracnost při zpracování těchto oděvních materiálů.

Ochranný oděv pro hasiče je určen k ochraně těla hasiče, s výjimkou hlavy, rukou a chodidel, před působením tepla a plamene. Vnější materiál zajišťuje ochranu proti vzplanutí samotného oděvu při styku s plamenem.

Ochranný oděv pro hasiče a záchranáře je určen k ochraně těla proti nepříznivým vnějším vlivům prostředí. Takovýmto prostředím může být potřísnění při práci s chemickými látkami, práce hasičů při zdolávání požárů, pracovníků v ropném či petrochemickém průmyslu. V případě proniknutí nebezpečných látek do lidského organismu při kontaktu s pokožkou je ohroženo zdraví člověka, např. podráždění kůže, poleptání, popálení až po dlouhodobá závažná poškození organismu, jakým je například vznik rakoviny. Na oděvy pro speciální použití jsou kladeny vyšší nároky z hlediska technologického, konstrukčního i materiálového řešení, dále z hlediska větší ochrany organismu a zároveň zajištění dobrých fyziologicko-hygienických vlastností, trvanlivosti i estetického vzhledu. [5]

3.1 Design ochranných oděvů

Design musí odpovídat dalším požadavkům [6]:

- musí chránit trup, paže a nohy,
- musí být z jednoho kusu (kombinéza), nebo mohou být dvoudílné (kabát, kalhoty) a s dostatečným vzájemným překrytím k ochraně střední částí trupu,
- materiály musí být odolné vůči roztržení, zátrhu a oděru vzhledem k

fyzikálnímu prostředí,

- musí být zesíleny na loktech a kolenech,
- pevnost švů a uzávěrů musí být stejná jako pevnost materiálu,
- musí poskytovat vysokou viditelnost v noci,
- materiál musí být prodyšný a komfortní při nošení po delší dobu,
- materiály musí odolávat popálení při působení a kontaktu s plamenem,
- při působení tepla prouděním nebo sáláním musí materiály odolávat přestupu a vedení tepla, které by mohlo popálit kůži nositele oděvu,
- v horkém prostředí se materiály nesmí srážet,
- musí udržovat původní velikost a rozměry po opakovaném praní,
- materiály musí brzdit kumulaci elektrostatického náboje,
- doplňkové vložky musí zajišťovat zabránění penetrace chemických látek, tělesných a biologických tekutin, které se při požáru běžně vyskytují.

3.2 Komfort oděvních výrobků

Komfort je pocit, kdy se v oděvu cítíme dobře. Rozebereme-li však naše pocity při nošení oděvu, dojdeme k dalším definicím [17]:

- Oděv nás má chránit před zimou a před teplem - hovoříme o ***tepelném komfortu***.
- Oděv má umožňovat tělu volně dýchat. Na těle nesmí být přítomen kapalný pot – hovoříme o ***prostupu vzduchu, vodních par a vlhkosti***.
- Oděv nás nemá nikde škrtit, dřít, apod. – hovoříme o ***konstrukci oděvu***.
- V oděvu se máme cítit dobře také po stránce estetické, má podtrhovat naši osobnost, nechceme-li však, nemá nás odlišovat příliš od ostatních lidí. – hovoříme o ***estetičnosti, módnosti oděvu***. Tento komfort souvisí s životním postojem člověka, se žebříčkem jeho životních hodnot. U sledovaných ochranných oděvů pro hasiče nehraje příliš velkou roli.

3.2.1 Fyziologický komfort:

- teplota pokožky: 33-35°C
- relativní vlhkost pokožky: 50 ±10%

- rychlost vzduchu: 25 ± 10 cm/s
- absence vlhkosti na pokožce
- dýchatelnost
- tepelná izolace
- ventilace (větrání) [3]

3.3 Fyziologické vlastnosti textilií

Zajišťují komfort hotových oděvních výrobků. Tento komfort je dán schopností textilií propouštět různá média – teplo, vzduch a vlhkost. [17]

Patří sem např. tyto fyziologické vlastnosti textilií:

prostup tepla = množství tepla prošlého plošnou textilií

prostup vzduchu – prodyšnost = vlastnost, která ovlivňuje fyziologický komfort textilií zásadním způsobem, se vzduchem textilií prostupuje také vlhkost a teplo

propustnost vodních par = prostup vodní páry plošnou textilií

propustnost kapalné vody (transport vody) = jev, kdy se voda usazuje na textilii (smáčí povrch), vniká do textilie (nasákavost nebo vzlínavost) a nebo proniká přes textilii (buď samovolně nebo pod tlakem)

smáčivost textilie – je dána poměry povrchových napětí, které vznikají na rozhraní 1- textilie (pevné látky), 2- kapky vody (kapaliny) a 3- vzduchu (plynné látky)

nasákavost textilie a vzlínavost vody – nasákavostí rozumíme absorpci kapalné vody do struktury textilie a vzlínavost je způsobena kapilárními silami uvnitř struktury textilie

prostup tlakové vody – metoda založena na principu protlačování vody přes textilii

3.3.1 Prodyšnost plošných textilií

Prodyšnost je jednou ze základních vlastností textilních materiálů, kterou lze vyjádřit jako schopnost plošné textilie propouštět vzduch za stanovených podmínek. Při vývoji nových výrobků je snahou alespoň orientačně předem odhadnout co možná nejvíce vlastností, které bude nově zkonstruovaná tkanina mít. Mezi tyto vlastnosti patří také prodyšnost.[19]

Prodyšnost je vlastnost, která ovlivňuje fyziologický komfort textilií zásadním

způsobem. Se vzduchem textilií prostupuje také vlhkost a teplo. [17]

3.4 Mechanické vlastnosti textilií

Mechanickými vlastnostmi se rozumí odezva na mechanické působení od vnějších sil: na tah, na tlak, na ohyb, na krut, střih.

Druhy namáhání se v praxi většinou vyskytují v kombinaci. Laboratorně se tato namáhání zkoumají odděleně, přičemž normovány jsou pouze zkoušky pevnosti v tahu.

Během mechanického namáhání dochází v textilii ke změně tvaru - deformaci, která je závislá na: velikosti zatížení, rychlosti namáhání, době trvání. [17]

3.4.1 Pevnost a tažnost plošných textilií

Ultimativní charakteristiky:

Pevnost v tahu F [N] = síla do přetrhu vzorku

Tažnost ε [%] = deformace do přetrhu

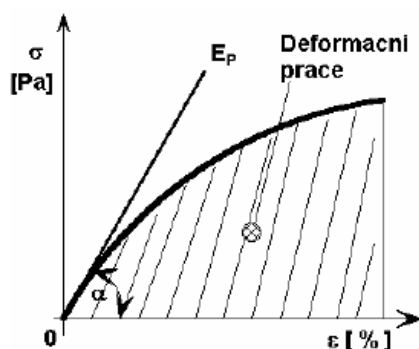
Napětí σ [Pa] = absolutní síla F [N] přepočítaná buď na plochu průřezu vzorku na jemnost vzorku T [tex]

Deformační práce A [J] = plocha pod křivkou

Tržná délka L_t [km] = délka, při níž se vlákno (příze, pruh textilie) přetrhne vlastní tíhou

Upínací délka l [m] = délka vzorku upnutá mezi čelistmi

Modul pružnosti E_p = první derivace funkce tahové (pracovní) křivky, (tečna ke křivce v počátku). [17]



Obr. 1 Tahová pracovní křivka [17]

4. MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU SPECIÁLNÍCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE A JEJICH VLASTNOSTI

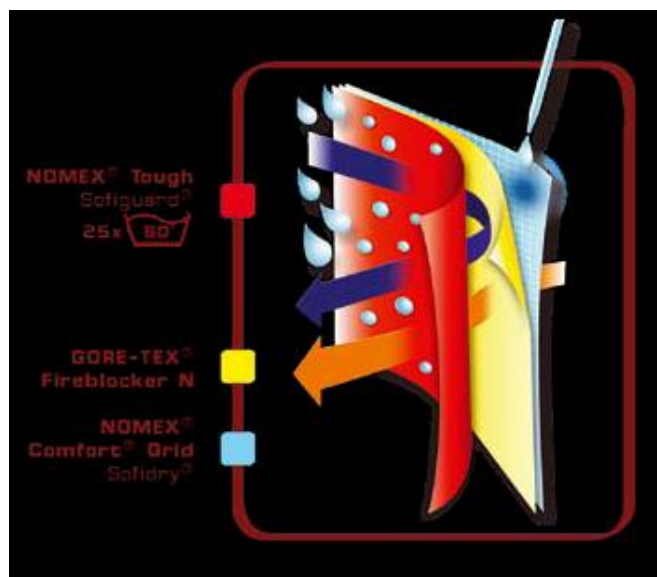
Ochranné oděvy musí poskytovat na určitou dobu dostatečnou ochranu před plamenem a současně musí být lehké a komfortní, aby nebránily pohybu nositele. Dále musí poskytovat ochranu před nepříznivými vlivy prostředí a měly by být odolné vůči chemikáliím. Na výrobu ochranných oděvů se využívají textilie, které jsou vyrobené z vláken s vysokou tepelnou odolností. Textilie odolné vůči teple musí nejen zabránit zapálení a šíření ohně, ale chránit jako bariéra proti pronikání vysokých teplot a ohně do dalších vrstev nebo na povrch těla. Tedy samotná nehořlavost nepostačuje a je vyžadovaná i tepelná odolnost. Proto se vyvinula vlákna, která nejsou termoplastická a odolávají pyrolýze (= termický rozklad organických materiálů za nepřístupu médií obsahujících kyslík) do cca 400°C. Nad touto teplotou tvoří aromatické zuhelnatělé struktury, které stále mají dostatečné mechanické vlastnosti pro alespoň krátkodobé použití. [7]

V současné době se pro zásahové oděvy používá vícevrstvá konstrukce z moderních materiálů, obvykle třívrstvá (viz obr. 2). Výčet jednotlivých vrstev je napsán v pořadí, v jakém se nachází na zásahovém oděvu [16]:

1. **Vnější vrstva** (vrchový materiál) je tkanina, která je nehořlavá a chrání vnitřní vrstvy proti ohni, žáru, vodě a chemickým látkám. Chrání před odřením a pořezáním nejen nositele, ale i vnitřních vrstev. Vrchový materiál by měl být lehký, ohebný a měl by mít tepelně izolační vlastnosti. Nejčastěji používaným materiálem vnější vrstvy je NOMEX[®], PBI[®]/ KEVLAR[®].
2. **Vlhkostní vložka** (membrána) plní funkci proti proniknutí vody, vodní páry, větru a kapalných chemikálií do 3. vrstvy - tepelné vložky. Díky svým mikropórům membrána umožňuje vypařování potu a tělesné vlhkosti směrem od těla a zároveň nepropouští vlhkost a žádné kapaliny směrem k lidskému tělu. Nejčastěji se vyrábí z Teflonu nebo polyuretanu. Nejznámější membránou

používanou při výrobě speciálních ochranných oděvů je GORE-TEX[®], který je nanesen na velmi tenké vrstvě materiálu obchodní značky KEVLAR[®].

3. **Tepelná vložka** (podšívkový materiál) slouží k zajištění tepelně izolačních účinků. Měla by být trvanlivá, ohebná a měla by si zachovávat pružnost i za extrémních teplot. Musí poskytovat rovnováhu mezi potřebnou tepelnou ochranou a účinky tepelného stresu. Bývá vyrobena z tkaniny NOMEX[®], KEVLAR[®] nebo kombinací materiálu jako je např. PARALINEX[®].



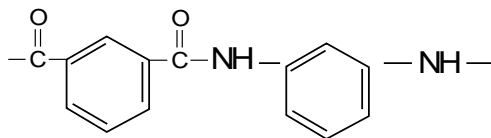
Obr. 2 Vícevrstvá konstrukce zášahových oděvů [15]

4.1 NOMEX[®]

Nomex je nejčastěji užívaná syntetická, aramidová směs na ochranu proti žáru a ohni, která obsahuje minimálně 5 % Kevlaru a patentovaná antistatická vlákna. Tato směs se vyznačuje unikátními vlastnostmi jako žáruvzdornost, ohnivzdornost, antistatickými vlastnostmi i ve velmi suchém prostředí (na rozdíl od bavlny neztrácí vlastní vlhkost) a díky Kevlaru i odolností proti oděru. Nomex nehoří jako bavlna, ani nekape nebo se neroztaví ve styku s ohněm jako polyesterové látky. Směs lze barvit širokou škálou barev. Nomex je také odolný proti průmyslovým olejům, rozpouštědlům a chemickým látkám. V případě, že vystavíme Nomex vlivu extrémního žáru nebo ohně, jeho vlákna absorbují energii žáru při procesu zuhelnování, spojí se a zhoustnou, čímž se uzavřou otvory mezi vlákny, a tím je zabráněno průchodu vzduchu a horka do vnitřní části oděvu. Zmíněný princip ochrany je označován jako „non-break-open“.

Ochranné schopnosti Nomexu nelze z vláken vymýt a jedná se proto o vlastnosti neměnné.

Vlákna Nomexu se používají např. při výrobě kombinéz, bund a triček pro hasiče, výstroje do špatného počasí, rukavic a příslušenství. [7]



Obr. 3 Struktura Nomexového vlákna [9]

4.1.1 Vlastnosti Nomexových vláken:

- vysoká úroveň ochrany proti horku a ohni
- permanentní nehořlavost
- samozhášivý efekt v případě styku se žhavou taveninou
- drží tvar i po vystavení ohni
- malá tepelná vodivost
- vysoká odolnost vůči oděru
- vysoká pevnost v trhání
- možnost praní na 95°C, popř. chemické čištění
- výborná chemická odolnost
- antistatické vlastnosti
- karbonizuje až ve 380°C
- vysoký komfort nošení (nízká hmotnost x vysoká míra ochrany) [10]

4.2 KEVLAR®

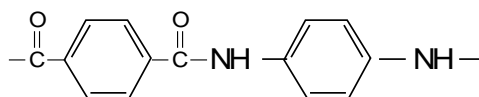
Para-aramidové syntetické vlákno Kevlar je registrovanou ochrannou známkou. Tato lehká a zároveň pevná vlákna příbuzná dalším aramidům jako je Nomex nebo Technora vyvinuli Stefanie Kwolek a Roberto Berendt pro společnost DuPont v roce 1965. Kevlar byl poprvé komerčně využit až v první polovině sedmdesátých let. Řadí se mezi plasty vytvrditelné teplem.

Existují 3 různé druhy – Kevlar (používá se pro zesílení pneumatik a pryže), Kevlar 29 (používá se při výrobě kabelů, brzdového obložení a neprůstřelných vest, nahrazuje azbest) a Kevlar 49 (má největší pevnost v tahu ze všech aramidů, používá se

při výrobě trupu člunů, letadel a kol, dále pak při zpevňování plastů, výrobě plachet a předmětů používaných pod vodou).

Kevlarová vlákna jsou zapředena do provazů, šňůr nebo látek. Lze ho také použít jako takový nebo jako příměs do vícesložkových materiálů. Výsledná vlákna mají obrovskou pevnost tahu (cca. 3000 MPa), hutnost 1,44 a nekorodují. ***Pokud porovnáme Kevlar a ocel stejné tloušťky, Kevlar je 5x silnější než ocel!***

Ultrafialové světlo Kevlar znehodnocuje a rozkládá, proto se vzácně používá ve volné přírodě bez ochrany proti slunečním paprskům. Kevlarová vlákna poskytují vysokou ochranu proti průřezu, odpuzují teplo a jsou pružná. Podobným vláknem jako Kevlar je tzv. Twaron, který má téměř stejnou chemickou strukturu. Byl vyroben holandskou firmou Akzo v roce 1978 a nyní je vyráběn společností Teijin. [7]



Obr. 4 Struktura Kevlarového vlákna [9]

4.3 SPANDEX®

Spandex byl zpočátku používán při výrobě dámského oblečení jako náhražka za těžší pryž. V dnešní době je Spandex, v Evropě znám jako elastan nebo Lycra (obchodní jméno od firmy DuPont), důležitý při výrobě oděvů pro muže i ženy.

Spandex patří do skupiny polyuretanů. Jedná se o syntetické polymerické vlákno, které má vynikající strečové vlastnosti. Spandex lze opakovaně natáhnout až na 600% a poté se zase vrátí do původní délky a tvaru. Je také pevný, což se projevuje při natažení – vlákna se nepřetrhnou. Ve výrobě se vždy mísí s přírodními materiály jako je např. bavlna, vlna, hedvábí atd., a tím poskytuje lepší komfort, předchází povolení textilií při nošení a zmačkání oblečení, usnadňuje narovnání pomuchlané látky. Je odolný proti poškození tělním mazem, potem, kosmetickými a čistícími přípravky, dále pak je odolný proti oděru.

Existuje v průsvitném i neprůsvitném provedení, vlákna se vyrábí v rozsahu od 10 do 2500 denier. [7]

4.4 GORE-TEX®

Materiály GORE-TEX® vznikají slaminováním naší membrány GORE-TEX® s vysoce odolnými textiliemi.

Zprvu se Goretex skládal pouze ze dvou vrstev – vnější z nylonu nebo polyesteru, která zajišťovala pevnost, a vnitřní vrstvy z tenké propustné membrány Teflonu potažené polyuretanem (odolný proti vodě na úkor prodyšnosti), která se nalaminovala do vnější vrstvy z nylonu nebo polyesteru.

Část membrány z expandovaného PTFE obsahuje více než 1,4 miliardy mikroskopických pórů na centimetr čtvereční. Tyto póry jsou přibližně 20 000krát menší než kapka vody, ale 700krát větší než molekula vodní páry. Voda v kapalném skupenství tedy nemůže membránou GORE-TEX® proniknout, zatímco vodní pára (voda v plynném skupenství) jí projde snadno.

V současnosti se oděvy vyrábí z materiálu Goretex XCR, který je pevnější (výrobce uvádí o 25% větší voděodolnost a prodyšnost), nebo Goretex Paclite, který je lehčí, levnější a prodyšnější (bez podšívky pro menší hmotnost). [7]

Do struktury ePTFE je začleněná oleofóbní látka (látka odpuzující olej). Ta umožňuje průchod vodní páry, ale zároveň vytváří přirozenou bariéru, která brání průniku znečišťujících látek, např. olejů, kosmetických přípravků, repelentů a složek potravin. Výsledkem je trvale nepromokavá, větruvzdorná a prodyšná membrána. [8]

4.4.1 Obecné vlastnosti GORE-TEX® membrány:

- trvalá nepromokavost
- vysoká prodyšnost
- extrémní odolnost vůči mrazu
- jedinečná odolnost při ohybu
- mimořádně dlouhá životnost [8]

4.4.2 Výhody GORE-TEX® membrány:

- odolnost proti teplotě nad 190°C
- odolnost proti všem chemikáliím
- podstatně prodyšnější než PU a PES - Membrány
- vysoká odolnost proti kontaktnímu teplotě

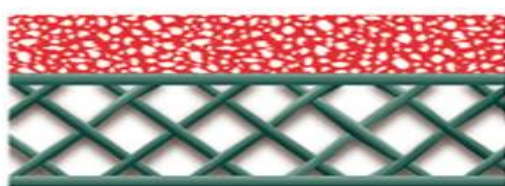
- vyčistitelné za sucha
- vodotěsnost po více než 25 pracích cyklech
- lepené švy odolné proti plameni [4]

4.4.3 Technologie vlhkostní bariéry od firmy W. L. Gore & Associates

1. Hydrofobní - MIKROPORÉZNÍ MEMBRÁNA (propouští vzduch) [4]

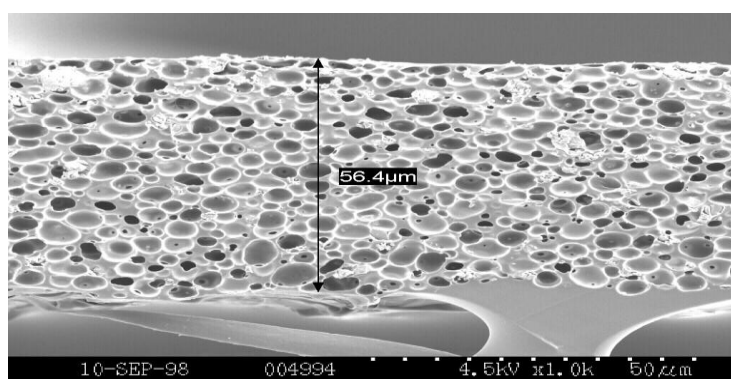
- Mikro průchod přes bariéru
- Transfer vodní páry pomocí vzdušné difuze

Proline (PU):



POLYMER

TEXTILIE



Obr. 5 Příčný řez mikroporézní vlhkostní bariérou Proline [4]

2. Hydrofilní - MONOLITICKÁ MEMBRÁNA (nepropouští vzduch) [4]

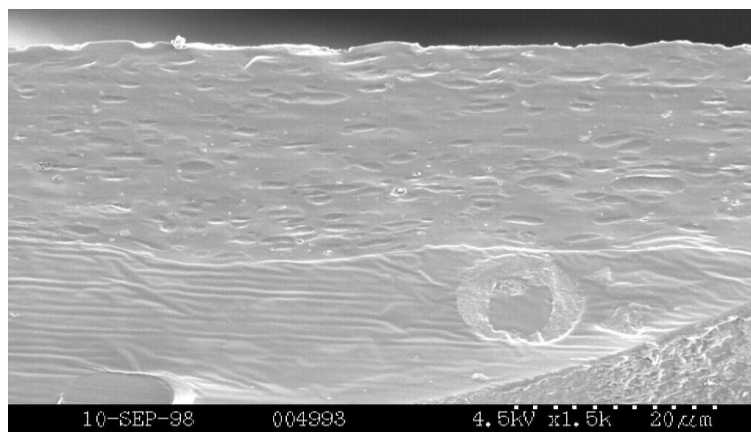
- Souvislá vrstva polymeru (neprůchodná – neporézní)
- Transfer vodní páry molekulární difuzí
- Hydrofilní neporézní membrány zahrnují známé PL materiály Sympatex vyrobené firmou Sympatex Composites Co., stejně jako PU výrobky BION od Toyo Cloth.[18]

Sympatex (co polyester):



POLYMER

TEXTILIE



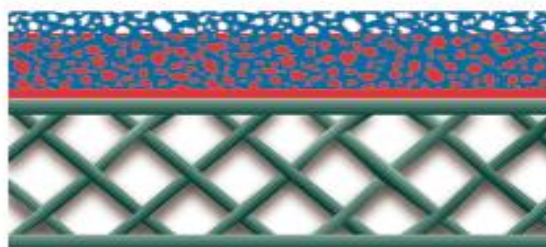
Obr. 6 Příčný řez neporézní vlhkostní bariérou Sympatex [4]

4.4.4 GORE-TEX® technologie od firmy W. L. Gore & Associates

GORE-TEX® vlhkostní bariéra [4]:

Mikroporézní membrána vyrobená z **expandovaného PTFE (Teflon®)**, který je *monoliticky impregnovaný* a ještě se skládá z *hydrofilního polymeru - PU*. Kombinace je nestejnorodá pro zajištění vlastností a životnosti.

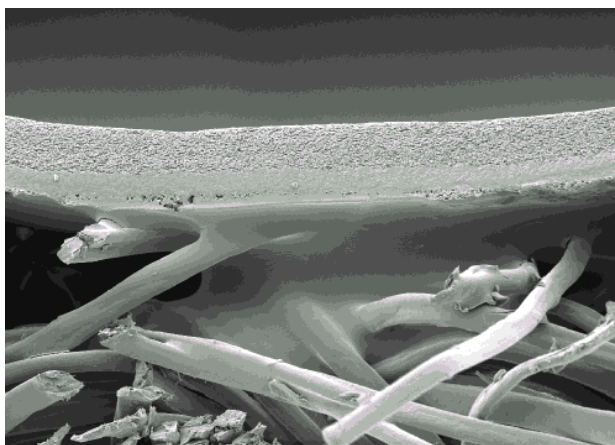
PTFE membrány jsou vyráběny protlačováním přes šterbinu. Následným natahováním ve dvou směrech dochází k tvorbě mikropórů. Natahování se provádí při vysokých rychlostech a pod teplotou tání. Tento postup výroby PTFE se používá při výrobě membrány GORE-TEX firmou W. L. Gore & Associates. [18]



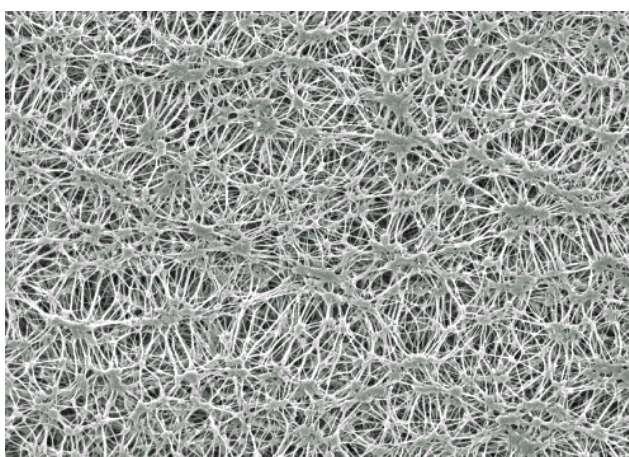
ePTFE

PU

TEXTILIE



Obr. 7 Příčný řez mikroporézní vlhkostní bariérou Gore-tex [4]



Obr. 8 Detail povrchu ePTFE membrány [4]

4.4.5 Srovnání některých vlastností testovaných textilií z těchto vláken provedené firmou W. L. Gore & Associates [4]

4.4.5.1 *Prodyšnost* (R_{et})

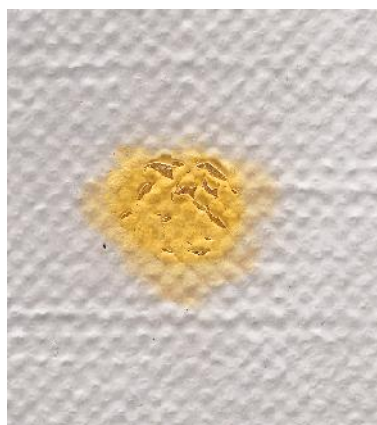
Tab. 1 Srovnání prodyšnosti u membrány k tělu a membrány k vnější straně [4]

	Membrána k tělu	Membrána k vnější straně
Sympatex (PES)	9,62	13,08
Porelle (PU)	6,15	15,3
Airtex (PU)	7,86	12,98
Proline (PU)	6,25	18,9
 Gore-TEX[®] (PTFE)	4,03	10,94

4.4.5.2 *Chemická odolnost*

Tab. 2 Chemická odolnost materiálů působením 65% kyseliny dusičné [4]

	65% kyselina dusičná
Sympatex (PES)	průsak
Porelle (PU)	průsak
Airtex (PU)	průsak
Proline (PU)	průsak
GORE-TEX[®] (PTFE)	vodotěsnost



PU a PES-Membrána



GORE-TEX[®] Membrána

Obr. 9 Odolnost membrán poškozením chemikálií [4]

4.4.5.3 Kontaktní teplo

Tab. 3 Působení kontaktního tepla na dané materiály [4]

	3 sekundy 220°C	6 sekund 220°C	9 sekund 250°C
Sympatex (PES)	průsak		
Porelle (PU)	průsak		
Airtex (PU)	průsak		
Proline (PU)		průsak	
GORE-TEX[®] (PTFE)			vodotěsnost

4.4.5.4 Tepelná odolnost

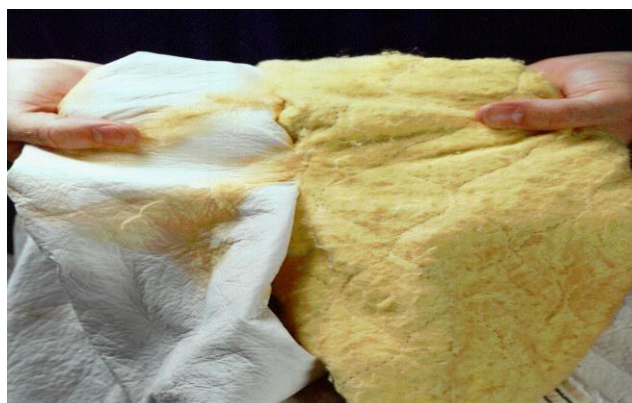
Azbest > 800°C
Aramid více než 370°C

Tab. 4 Tepelná odolnost materiálů [4]

	Měknutí	Bod tání	Degradace
PTFE (GORE-TEX® Membrána)	327°C	400°C	400°C
PES (Polyester)	230°C	250°C	260°C
PU (Polyuretan)	170°C	185°C	220°C



Obr. 10 Příklad degradace PU membrány (popraskání) od firmy W. L. Gore & Associates [4]



Obr.11 Příklad natavování PES (degradace) od firmy W. L. Gore & Associates [4]

4.4.5.5 Test v peci po 5 pracích cyklech

Dle normy: **EN 469**: 1x 190°C, 5 min.

Tab. 5 Srovnání testů v peci po 5 pracích cyklech u daných materiálů [4]

	2x190°C, 5 min.	200°C, 3 min.	260°C, 5 min.
Sympatex (PES)	průsak		
Porelle (PU)	průsak		
Airtex (PU)		průsak	
Proline (PU)		průsak	
GORE-TEX ® (PTFE)			vodotěsnost

4.4.5.6 Vodotěsnost po praní

Tab. 6 Vodotěsnost materiálů po pracích cyklech [4]

	5 pracích cyklů	7 pracích cyklů	10 pracích cyklů	25 pracích cyklů
Sympatex (PES)	průsak			
Airtex (PU)			průsak	
Proline (PU)			průsak	
GORE-TEX [®] (PTFE)				vodotěsnost

U zkoušek provedených firmou W.L. Gore & Associates jsou zřejmé výborné komfortní vlastnosti vlhkostní membrány GORE-TEX oproti ostatním membránám.

4.5 Používané materiály a vrstvení speciálních oděvů pro hasiče a záchranáře

4.5.1 Používané materiály pro ochranný hasičský oděv FIREMAN-TIGER:

1. Vrchový materiál: NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX[®] Fireblocker N, 140 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX[®] Comfort /Aramidová vlákna, 200 g/m²

4.5.2 Používané materiály pro ochranný záchranářský oděv ZÁCHRANÁŘ:

1. Vrchový materiál: NOMEX[®] III, 260g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX[®] Flameliner A, 175 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX[®] Comfort, 220 g/m²

4.5.3 Používané materiály pro ochranný záchranářský oděv ZÁCHRANÁŘ II:

1. Vrchový materiál: NOMEX[®] STAFF, 195 g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX[®] Flameliner A, 175 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX[®] Comfort, 220 g/m²

- ukázky textilních materiálů viz příloha č. 1, 2, 3

5. POUŽÍVANÁ NEHOŘLAVÁ VLÁKNA PRO SPECIÁLNÍ OCHRANNÉ ODĚVY PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE

V dnešní době se zásahové oděvy vyrábí z tepelně odolných vláken na bázi meta-aramidů, para-aramidů, polytetrafluorethylénu, polyfenylensulfidu, melaminu, polyfenylenbenzobisoxazolu, polybenzimidazolu, polyimidu, uhlíkového prekursoru, C-PAN. V této práci jsou popsána pouze některá vlákna a jejich vlastnosti.

Nejpoužívanějším materiálem při výrobě protitepelných ochranných oděvů je aramidové vlákno a jeho různé modifikace. Aramidové vlákno má vynikající odolnost vůči žáru, plamenům a organickým rozpouštědlům, je nevodivé a svými jedinečnými vlastnostmi je vhodné právě pro výrobu ochranných pracovních oděvů. Název aramid vznikl zkrácením sousloví aromatický polyamid.

Po smísení vláken meta-aramidových s vlákny para-aramidovými získáme materiál, který poskytuje ochranu proti extrémním výkyvům teplot a proti krátkodobému působení plamene a zároveň dokáže zabránit pronikání ostrých předmětů. [11]

5.1 M-aramidy (meta-aramidy)

Nejznámější a nejpoužívanější vlákno ze skupiny m-aramidů, které se vyrábí od začátku 60. let, je Nomex od firmy DuPont. Předností tohoto vlákna je vysoká tepelná odolnost, pevnost, pružnost, jeho bod tání přesahuje 400°C a zároveň je odolné proti mnoha chemikáliím. Mezi hlavní výhody tohoto vlákna patří i jeho snadná zpracovatelnost v textilní výrobě.

Ochranné oděvy z vlákna NOMEX® (zásahové obleky, staniční uniformy či rukavice) používají jak profesionální a dobrovolní hasiči na celém světě, tak i američtí astronauti, piloti Formule 1 a také policie a armáda. Pracovníci v průmyslu, petrochemii a energetice zvláště oceňují pohodlí při nošení ochranných oděvů z vlákna Nomex® Comfort, jejich permanentní antistatické vlastnosti, odolnost vůči agresivním chemikáliím i trvanlivost a stále dobrý vzhled těchto oděvů. [11]

5.2 P-aramidy (para-aramidy)

Tato vlákna se vyznačují mimořádně vysokou pevností a tepelnou odolností. Odolávají podobným teplotám jako vlákna m-aramidová, ale mají větší pevnost v tahu, proto jsou využívána pro vyztužování konstrukcí a ochranné aplikace.[12] Para-aramidová vlákna jsou vhodná pro výrobu ochranných textilií odolných vůči rázovému namáhání jak při nízkých, tak i vysokých rychlostech (balistická odolnost).[13] Mezi jejich nevýhody patří nižší chemická odolnost, oděruvzdornost, malá odolnost proti účinkům světla a snadné nabíjení statickou elektřinou. Tato vlákna se vyrábí pod značkou Kevlar nebo Twaron.

Osobní ochranné pomůcky vyrobené z vlákna KEVLAR® chrání pracovníky v mnoha průmyslových odvětvích zejména v automobilovém, kovozpracujícím a sklářském průmyslu. Ochranné oděvy, rukávce a rukavice účinně chrání proti pořezání i popálení. Rukavice z vlákna KEVLAR® mají ve srovnání s koženými 5x vyšší odolnost vůči řezu a 2-3x větší než rukavice bavlněné a polyamidové. To výrazně přispívá ke snížení úrazovosti, zejména úrazům rukou a paží, které činí až 53% všech úrazů. Výběrem vhodných ochranných rukavic je možné těmto úrazům zabránit. [11]

5.3 PTFE (polytetrafluorethylén)

PTFE patří k vláknům, která odolávají chemikáliím, dále jsou nehořlavá, špatně tavitelná a mají nízký koeficient tření. Slabinou tohoto vlákna je výrazná trvalá deformace při vyšších teplotách, proto se tato vlákna směsují s p-aramidy. Z PTFE vláken se vyrábí prodyšné porézní membrány, které v ochranném oděvu slouží jako bariéra proti požáru. Tento typ vláken je vyráběn firmou DuPont pod obchodním názvem Teflon. [11]

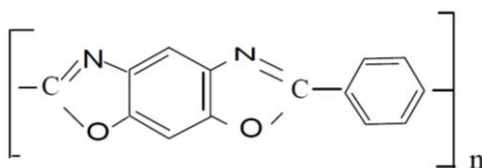
5.4 Melaminy

Melaminová vlákna mají vysokou pracovní teplotu a vysoké limitní kyslíkové číslo – LKČ (= vyjadřuje minimální koncentraci kyslíku ve směsi s dusíkem v %, při které materiál ještě hoří). Jejich cena je v porovnání s ostatními vlákny relativně nízká. Vzhledem k nízké pevnosti, krátkosti vláken, proměnné délkové hmotnosti a obtížnějšímu zpracování se směsují s jinými vlákny, například aramidy. Jedná se o poměrně nová vlákna, a proto lze do budoucna předpokládat nárůst jejich aplikací. Na

trhu je distribuován například pod obchodním názvem Basofil[®]. [14]

5.5 Polyfenylenbenzobisoxazoly (PBO)

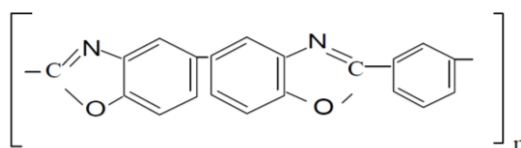
PBO vlákna mají vysokou hodnotou LKČ. Proti působení plamene jsou 2x odolnější než meta-aramidy. Vykazují vysokou pevnost v tahu, téměř 2x vyšší než mají běžné para-aramidy. Prodávají se pod obchodním označením Zylon[®] (Toyobo). Pro výborné vlastnosti lze očekávat prudký vývoj v aplikacích pro oděvy. [14]



Obr. 12 Struktura PBO vlákna [13]

5.6 Polybenzimidazoly (PBI)

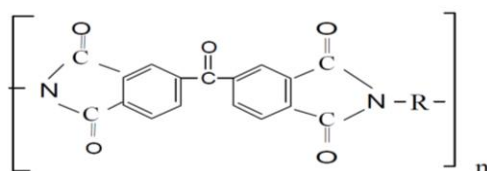
Vlákna PBI vykazují výbornou tepelnou odolnost. Netaví se, neodkapávají, na vzduchu nehoří. Vzhledem k vysoké hodnotě LKČ spolu s dobrou chemickou odolností a nasákavostí vlhkosti jsou výbornými vlákny pro výrobu ochranných oděvů. Výhodou je snadná směšovatelnost s jinými vlákny, která se hojně využívá kvůli dobrým vlastnostem a nízké ceně. Nejčastěji se míchají s uhlíkovými nebo aramidovými vlákny. Jako standardní speciální materiál je na trhu znám materiál „Premium“ ve směsi 60/40 para-aramidová/ PBI vlákna. [14]



Obr. 13 Struktura PBI vlákna [13]

5.7 Polyimidy (PI)

Zástupcem PI je vlákno s obchodním označením P-84[®] (Inspec), které spojuje vysokou pracovní teplotu s velmi dobrou odolností proti ohni a dobrou chemickou odolností. [14]



Obr. 14 Struktura PI vlákna [13]

5.8 Uhlíkové prekurzory (C-P)

Vlákna C-P jsou částečně karbonizovaná vlákna, která se při další karbonizaci (= rozklad organických látek za nepřístupu vzduchu) mění na uhlíková nebo grafitová vlákna. Z důvodu relativně nízké odolnosti v oděru a pevnosti v tahu se často směsují s para-aramidovými vlákny například v poměru (50/50). Protože i při zachování vysokého čísla mají hebký omak, jsou vhodnými vlákny pro aplikaci do ochranných oděvů. Zástupcem vláken na této bázi je například ohnivzdorné vlákno s označením Lastan[®] (Asashi), vyráběné pyrolytickou karbonizací modifikovaného akrylového vlákna. [14]

Tab. 7 Porovnání charakteristických vláken s vysokou tepelnou odolností. [5]

Charakteristika	Materiál				
	Nomex	Kevlar	PTFE	PBI	PBO
Pevnost v tahu [cN/dtex]	3,8-7,2	22-26	2	2,7	42
Modul pevnosti [cN/dtex]	-	460-1100	-	32	1300
Tažnost [%]	25-40	2,4-4,4	25	29	3,5
Limitní kyslíkové číslo (KČ)	30	25-28	95	41	68
Chemická odolnost	Středně dobrá	Středně dobrá	Vynikající	Středně dobrá	Středně dobrá
Pracovní teplota [°C]	204	190	260	250	287-315

6. TESTOVÁNÍ VLÁKNA NOMEX

6.1 THERMO-MAN[®] test od firmy Du Pont

Je zařízení určené k hodnocení celé oděvní součásti vyvinuté firmou DuPont (viz obr. 15). Jedná se o figurínu o výšce 6 stop a 1 palec tzn. zaokrouhleně 186 cm, která je vybavena 122 teplotními senzory a 12 propanovými hořáky.

Umožňuje expozici hustotě tepelného toku o velikosti až 126 kW/m^2 za sekundu a délku expozice až do 25 sekund. Standardně se používá hustota tepelného toku o velikosti 84 kW/m^2 .

Senzory snímají a zaznamenávají data z průběhu zkoušky v půl sekundových intervalech. [16]

Výstupní hodnoty ze zkoušky [16]:

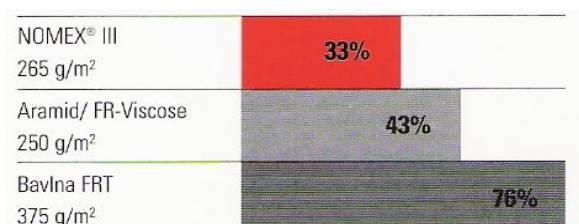
- procento popálenin druhého a třetího stupně
- lokalizace polohy popálenin
- celkový rozsah popálenin v procentech
- časy do vzniku popálenin
- procentuální šance na přežití



Obr. 15 Testovací figurína THERMO-MAN firmy DuPont [16]

6.1.1 Odolnost proti žáru u běžně používaných ochranných oděvů

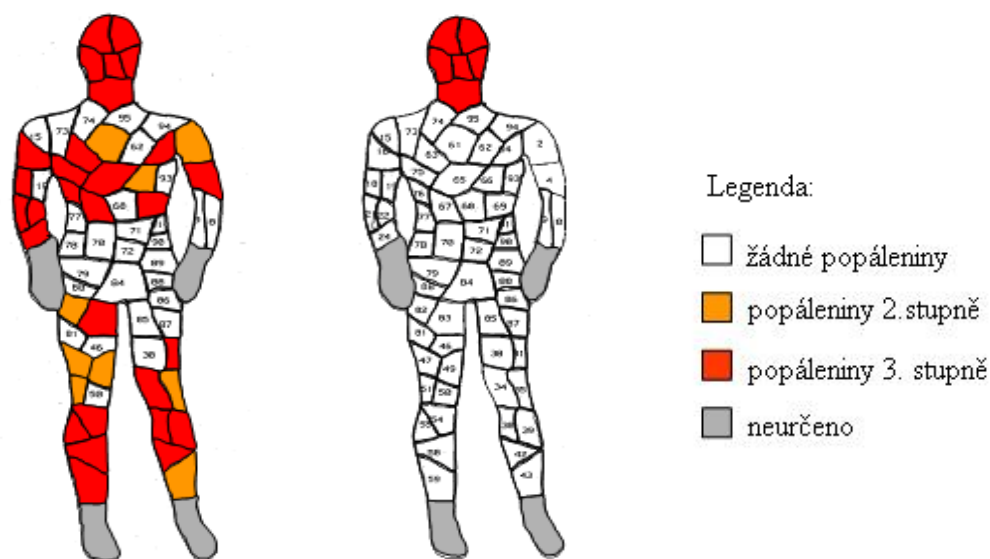
Podmínky testu: oděvy stejného střihu a provedení, žádné spodní prádlo, doba působení plamene 4,5 sekundy, hustota tepelného toku 84 kW/m^2 . [16]



Obr. 16 Rozsah popálenin v závislosti na použitém materiálu oděvu [16]

6.1.2 Rozmístění a druh popálenin v závislosti na druhu použitého materiálu ochranného oděvu

Podmínky testu: oděvy stejného střihu a provedení, žádné spodní prádlo, doba působení plamene 4 sekundy, hustota tepelného toku 84 kW/m^2 . [16]



a) Polyester

b) Meta-aramidy - Nomex®

Obr. 17 Srovnání rozmístění a druhu popálenin v závislosti na použitém materiálu oděvu [16]

Z obrázku je patrný propastný rozdíl, mezi ochrannou schopností oděvu vyrobeného z běžného hořlavého materiálu (Polyester) a materiálu se sníženou hořlavostí (Nomex®), který potvrdila také předpověď CRP (=celkového rozsahu popálení) na základě hodnot získaných v průběhu zkoušky. Pro přehled, ochranný oděv

vyrobený z Nomexu[®] po zkoušce na zařízení Thermo-man vykazuje CRP = 9% a oděv vyrobený z Polyesteru CRP = 61%. [16]


6.2 Životnost

Mechanické vlastnosti textilií běžně používaných na výrobu ochranných oděvů proti žáru a plameni. [16]


Životnost ochranných oděvů pro hasiče ovlivňuje řada faktorů [16]:

- četnost používání a druhy prací,
- expozice extrémním tepelným účinkem,
- expozice UV zářením,
- expozice nebezpečnými materiály,
- četnost a způsoby dekontaminace, praní a čištění
- četnost a typ oprav.

Pevnost v trhu (N)

	Osnova 	Útek
NOMEX® DeltaT™ 195 g/m²	64	54
NOMEX® III 265 g/m²	55	50
Aramid/ FR-Viscose 250 g/m²	46	41
Bavlna FRT 375 g/m²	40	35

Houževnatost (N)

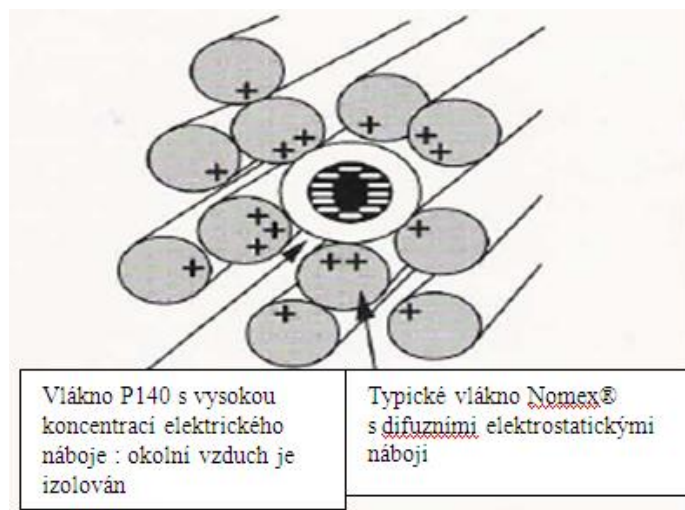
	Osnova 	Útek
NOMEX® DeltaT™ 195 g/m²	1300	1230
NOMEX® III 265 g/m²	1400	1200
Aramid/ FR-Viscose 250 g/m²	1206	704
Bavlna FRT 375 g/m²	1000	700

Obr. 18 Srovnání mechanických vlastností textilií na výrobu ochranných oděvů [16]

6.3 Antistatické vlastnosti

V sortimentu vláken NOMEX[®] bylo vlákno P140 jako antistatická složka použito prvně u vlákna NOMEX[®] DeltaA[™].

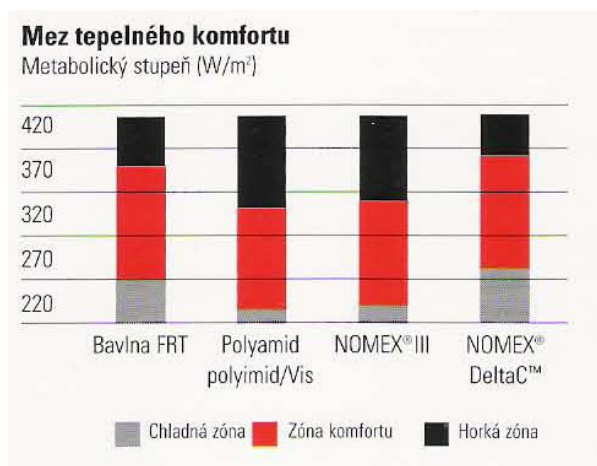
Oděvy vyrobené z materiálu NOMEX[®] DeltaA[™] výrazně snižují elektrostatický náboj oděvů, čímž zmenšují nebezpečí vzniku jisker a následného požáru. Přesto je uzemnění pracovníků (nejlépe obuví s vodivou podrážkou) naprosto nutnou podmínkou pro zabránění vzniku elektrostatického výboje. [16]



Obr. 19 Antistatické vlastnosti vlákna P140 a vlákna NOMEX® [16]

6.4 Míra komfortu

Se stoupající úrovní lidské aktivity roste i stupeň tělesných metabolických přeměn. Je důležité, aby se hasiči cítili dobře ve velkém rozsahu aktivit chůze (115 W/m^2) až po intenzivní sportovní činnost (440 W/m^2). Textilie vyrobené z materiálu NOMEX® DeltaC™ vykazují širší zónu komfortu než většina tkanin používaných pro výrobu průmyslových pracovních oděvů. [16]



Obr. 20 Míra komfortu vláken běžně používaných v ochranných oděvech proti žáru a plameni [16]

7. OCHRANNÉ HASIČSKÉ A ZÁCHRANÁŘSKÉ ODĚVY VYRÁBĚNÉ FIRMOU DEVA F-M s.r.o:

Rozdělení některých ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře vyráběné firmou Deva F-M s.r.o [15]:

1. Zásahové obleky
2. Pracovní stejnokroje
3. Spodní prádlo
4. Rukavice

7.1 Zásahové obleky

Zásahový oblek má mimořádný komfort. Mimořádná materiálová konstrukce zajišťuje redukci hmotnosti a objemu, minimální absorpci, vlhkosti, výbornou prodyšnost, vysokou pohyblivost, zvýšení výkonnosti a redukci tepelného stresu. Vrchní vrstva obleku je zhotovena z NOMEX[®] Tough DIAMOND. Je zde použita vazba Micro Rip Stop, která zvyšuje pevnost v trhu o 100%. Vrchní vrstva je upravena úpravou Sofiguard[®].

Nová úprava tkaniny splňující **EN 368** (Ochrana proti kapalným chemikáliím) po 30 pracích a chemických cyklech při 40°C bez další reimpregnace tkaniny. Membrána je složena z GORE-TEX[®] Fireblocker N, která zajišťuje vysokou ochranu proti chemikáliím a vodě, mimořádnou prodyšnost, tepelnou a mechanickou odolnost.

Podšívka je zhotovená z NOMEX[®] Comfort /Aramidových vláken. Je to vetkaná mřížka ze silnější příze, vytváří izolační vzduchový polštář. Tím je dána vysoká úroveň tepelné izolace bez nárůstu objemu tepelné vrstvy. Oblek je zajištěn úpravou Sofidry[®], což je technologie přenosu a odvodu vlhkosti. Tato permanentní úprava, která pomocí rychlého odvodu vlhkosti od uživatele a z obleku zvyšuje jak komfort nošení a výkonnost, tak i ochranné vlastnosti obleku. Konstrukce se skládá z kratšího kabátu a kalhot s vyvýšeným pasem. [15]

7.1.1 TIGER-PLUS

Ochranný oblek pro hasiče dle normy: **EN 469:2005** (viz obr. 21). Mimořádné materiálové složení použitých vrstev vyvinuté firmou DEVA F-M. s.r.o. ve spolupráci s firmou SOFILETA. [15]

Materiálová skladba:

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Diamond Ultra, 210 g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Fireblocker, 140 g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX[®] Comfort vlákna, 200 g/m²



Obr. 21 Zásahový hasičský oblek TIGER - PLUS [15]

7.1.2 FIREMAN-TIGER

Ochranný oblek pro hasiče dle normy: **EN 469:2005** (viz obr. 23). Mimořádné materiálové složení použitých vrstev vyvinuté firmou DEVA F-M. s.r.o. ve spolupráci s firmou SOFILETA. [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m² - úprava **SOFIGUARD[®]**
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Fireblocker N, 140 g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX[®] Comfort /Aramidová vlákna, 200 g/m² – úprava **SOFIDRY[®]**

SOFIGUARD[®]:

Nová úprava vnější tkaniny splňující normu: **EN ISO 6530** (Ochrana proti

kapalným chemikáliím) zajišťuje po 30 cyklech praní při 60°C a sušení bez nutnosti další reimpregnace tkaniny.

SOFIDRY®:

Technologie přenosu a odvodu vlhkosti. Permanentní úprava na podšívce NOMEX Comfort, která zajišťuje dokonalý odvod vlhkosti od těla uživatele a z obleku a zvyšuje jak komfort nošení a výkonnost, tak i ochranné vlastnosti obleku.

Charakteristika:

- redukce hmotnosti a objemu
- minimální absorpce vlhkosti od uživatele i z obleku
- prodyšnost zvýšena o 30 %
- zvýšení výkonnosti, vysoká pohyblivost, redukce tepelného stresu (viz obr. 22)
- kovový bezpečnostní uzávěr se sníženou hořlavostí
- zesílená kolena tkaninou KEVLAR®



Obr. 22 Snížení tepelného stresu [15]



Obr. 23 Zásahový hasičský oblek FIREMAN – TIGER [15]

7.1.3 TIGER MATRIX

Ochranný oblek pro hasiče dle normy: **EN 469:2005** (viz obr. 24). Vyvinutý pro vyšší tepelné zatížení, lepší mechanické odolnosti do extrémních podmínek. [15]

Materiálová skladba:

- **Vrchový materiál:** PBI Matrix, 205 g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX Fireblocker N, 140 g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX Comfort vlákna, 200 g/m²



Obr. 24 Zásahový hasičský oblek TIGER MATRIX [15]

7.1.4 FIREMAN V

Historicky nejúspěšnější oblek z řady výrobků FIREMAN, dle normy: **EN 469:2005** (viz obr. 25). [15]

Materiálové složení:

A/

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Fireblocker N, 140 g/m²
- **Podšívkový materiál:** PARALINEX[®] II, 230 g/m²

B/

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
- **Goretexová membrána:** PROLINE[®] FR Fabric 89/52, 135 g/m²
- **Podšívkový materiál:** PARALINEX[®] II, 230 g/m²

Charakteristika:

- výborné tepelné odolnosti díky použité materiálové skladbě (100 % NOMEX®)
- možnost vyjímatelné vložky - snadná údržba a opravy
- kovový bezpečnostní uzávěr se sníženou hořlavostí



Obr. 25 Zásahový hasičský oblek FIREMAN V [15]

7.1.5 GLADIATOR

Ochranný oblek pro hasiče dle normy: **EN 469:2005** (viz obr. 27). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** PBI® Gold (60 % KEVLAR / 40 % PBI), 210 g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX® Airlock, 220 g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX® Comfort, 140 g/m²

Charakteristika:

- vynikající mechanické odolnosti vnější vrstvy
- zvýšená tepelná ochrana
- AIRLOCK technologie (viz obr. 26) - odolnost membrány proti průniku vodních par



Obr. 26 GORE-TEX® AIRLOCK Technologie [15]

- prodyšnost - R_{et} **17,5 m² Pa/W**
- kovový bezpečnostní uzávěr se sníženou hořlavostí



Obr. 27 Zásahový hasičský oblek GLADIATOR [15]

7.1.6 COMPACTLINE INTEGRAL

Hasičský kabát s integrovaným opaskem pro pracovní polohování a prevenci pádu z výšky dle normy: **EN 469:2005, EN 358:2001** (viz obr. 28). [15]

Materiálové složení:

A/

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Fireblocker N, 140 g/m²
- **Podšívkový materiál:** PARALINEX[®] II, 230 g/m²

B/

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
- **Goretexová membrána:** FR Fabric 89/52, 135 g/m²
- **Podšívkový materiál:** PARALINEX[®] II, 230 g/m²

Charakteristika:

- všitý opasek je trvale k dispozici
- komfortní nošení, individuální přizpůsobení délky opasku
- jednoduché oblékání
- možnost připevnění lana, svítilny apod.



Obr. 28 Zásahový hasičský oblek COMPACTLINE INTEGRAL [15]

7.1.7 ZÁCHRANÁŘ

Ochranný oblek určený pro důlní záchranáře, plynaře a petrochemický průmysl podle **EN ISO11612, EN 1149-5** (viz obr. 29). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** NOMEX[®] III, 260g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Flameliner A, 175 g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX[®] Comfort, 220 g/m²

Charakteristika:

- dvoudílný oblek s kapucí
- vyztužená kolena, lokty a ramena aramidovou plstí

Barva: oranžová, červená, modrá, atd.



Obr. 29 Zásahový záchranářský oblek ZÁCHRANÁŘ [15]

7.1.8 ZÁCHRANÁŘ II

Ochranný oblek určený pro speciální záchrannářské týmy, plynáře a petrochemický průmysl podle **EN ISO 11612, EN 1149-5, EN 343** (viz obr. 30). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** NOMEX® III, 260g/m², variantně NOMEX® Staf, 195g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX® Flameliner A-175g/m²
- **Podšívkový materiál:** NOMEX® Comfort, 220 g/m²

Charakteristika:

- dvoudílný oblek s kapucí
- vyztužená kolena, lokty a ramena aramidovou plstí
- odolný proti povětrnostním vlivům

Barva: oranžová, červená, modrá, atd.



Obr. 30 Zásahový záchrannářský oblek ZÁCHRANÁŘ II [15]

7.1.9 USAR

Oblek vytvořený podle speciálních požadavků hasičských a záchrannářských týmů, které operují při živelných pohromách (viz obr. 31). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** PBI Triguard, 165 g/m² - nehořlavě provedení

Variantně: NOMEX® Comfort, 220g/m² - nehořlavě provedení

- **Podšívkový materiál:** PES/bavlna, cca 240g/m²

Barva: sahara, oranžová, červená, modrá, atd.



Obr. 31 Zásahový záchranářský oblek USAR [15]

7.1.10 LEZEC II

Kombinéza je určena pro záchranáře a lezecké skupiny hasičských záchranných sborů (viz obr. 32). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** bavlna, 260 g/m² - nehořlavě provedení
Variantně: NOMEX® Comfort, 220g/m² - nehořlavě provedení
- **Podšívkový materiál:** PES/bavlna, cca 260g/m²

Barva: oranžová, červená, tmavě modrá



Obr. 32 Zásahový záchranářský oblek LEZEC II [15]

7.1.11 LEZEC III

Ochranná kombinéza s GORE-TEX membránou a vyjímatelnou zimní vložkou. Určená pro lezecké týmy, hasičů, záchranářů, speleologů, vhodná pro práci pod vrtulníkem (viz obr. 33). [15]

Materiálové složení:

- **Vrchový materiál:** NOMEX® Comfort RS, 220g/m²
- **Goretexová membrána:** GORE-TEX Flameliner A, 175 g/m²
- **Vyjímatelná vložka:** PES fleece

Barva: oranžová, červená, tmavě modrá

Charakteristika:

- permanentní snížená hořlavost, antistatika
- vysoká odolnost proti vodě, větru, chemikáliím
- prodyšnost díky GORE-TEX membráně
- dobrá mechanická odolnost
- zesílená kolena, lokty, ramena



Obr. 33 Zásahový záchranářský oblek LEZEC III [15]

7.2 Pracovní stejnokroje

Jsou určeny pro práci na požární stanici a ve spojení se spodním prádlem pro lehčí zásahy při venkovních požárech. Jsou součástí systému komplexní ochrany COCOON[®] firmy DEVA. Splňují normy **EN 531**. Oděv se skládá z jedné vrstvy textilního materiálu Nomex[®] Delta C. Je vhodný pro přímý styk s pokožkou, je permanentně nehořlavý a antistatický, má dobrý odvod vlhkosti a dobrou prodyšnost. Díky Rip - Stop vazbě dvojnásobná pevnost v trhu. Má vysoký komfort při dlouhodobém používání a dlouhou životnost. [15]

7.2.1 PRACOVNÍ STEJNOKROJ II - NOMEX[®] Comfort RS

Je určen pro pohyb na stanici, venkovní zásahy, lesní požáry, technickou asistenci. Certifikovaný dle normy: **EN 531** a **EN 1149-5**. [15]

Materiál:

NOMEX[®] Comfort RS, hmotnost 220 g/m²

Charakteristika:

- vazba Rip-Stop - dvojnásobná pevnost v trhu
- vhodný pro přímý styk s pokožkou
- permanentně nehořlavý a antistatický
- vysoký komfort při dlouhodobém používání
- dobrý odvod vlhkosti, prodyšnost
- dlouhá životnost

7.2.2 PRACOVNÍ STEJNOKROJ II – bavlna

Je určen pro pohyb na stanici a mimo zásahovou činnost. [15]

Materiál:

- 100 % bavlna, hmotnost 260 g/m², atlasová vazba
- zvýrazňující prvky: PES pásek přes hrud' a záda lampas v nohavicích nápis HASIČI pomocí tepelné fixace
- dlouhá životnost, stálobarevnost

7.2.3 PRACOVNÍ STEJNOKROJ II - směs Polyester / bavlna

Je určen pro pohyb na stanici a mimo zásahovou činnost (viz obr. 34). [15]

Materiál:

- 65 % Polyester / 35 % bavlna, hmotnost 260 g/m²
- bez zvýrazňujících prvků
- vysoký komfort, konfekční vzhled



Obr. 34 Pracovní stejnokroj II (Polyester / bavlna, bavlna) [15]

7.3 Spodní prádlo

7.3.1 SOUPRAVA NOMEX® Comfort

Nehořlavá souprava určená pod zásahové obleky, pracovní stejnokroje, ochranné obleky. Tričko s krátkým nebo dlouhým rukávem, spodky, souprava (viz obr. 35). [15]

Materiál:

- pletenina NOMEX® Comfort, hmotnost 180 g/m²
- vysoký komfort při dlouhodobém používání se zásahovým oblekem
- permanentně antistatický
- minimálně nasákavý, vysoce prodyšný
- odvod vlhkosti od těla
- zvýšená ochrana proti opaření potem
- dlouhá životnost

Barva: námořnická modrá, olivově zelená



Obr. 35 Spodní prádlo-SOUPRAVA NOMEX® Komfort [15]

7.3.2 KUKLA NOMEX® Comfort

Kukla je vhodná pro ochranu hlavy při zásahu, certifikována dle normy: **EN 13911** (viz obr. 36). [15]

- doplněk k ochranným oblekům

Materiál:

- pletenina NOMEX® Comfort, hmotnost 270 g/m²

Barva: námořnická modrá



Obr. 36 Spodní prádlo - Kukla NOMEX® Comfort [15]

7.3.3 FUN-COM

FUN-COM je nová technologie pro pletené materiály a technologii pletenotkaní (= technologie, při které se části klasické tkaniny navzájem spojují vazbou pletařské techniky), která přenáší vlhkost od těla (viz obr. 37), reguluje tělesnou teplotu a zvyšuje

komfort. Jedná se o dvouvrstvé funkční prádlo se sníženou hořlavostí. Tričko s krátkým nebo dlouhým rukávem, spodky, souprava. Vhodný doplněk ochranného oděvu.

Funkční - regulace odvodu vlhkosti - rychlé sušení

Komfortní - příjemný na omak - odvod vlhkosti a tepla

- Tepelná regulace - odvod nadměrné teploty - hřejivý

- Snadná údržba - rychlé schnutí umožňuje větší frekvenci použití

- Antibakteriální - úprava zabraňuje vzniku bakterií a zápachu [15]



Obr. 37 Regulace odvodu vlhkosti od těla [15]

Materiál:

- Modacrylic, Vinyl, PA – snížená hmotnost, jen 185 g/m²

Barva: tmavě modrá

Charakteristika:

- funkčnost
- komfort - příjemný na omak
- snadná údržba
- vyvážený poměr výkon - cena
- ochrana proti opáření potem

7.4 Rukavice

Zásahové hasičské rukavice jsou vyrobené z impregnované hovězí kůže, která je zesílena na palci a dlaňové části. Jsou v barvě modré a černé. Splňují normy **EN 420**, **EN 388**, **EN 407**, **EN 659**. Vnitřní vložka je z pleteniny KEVLAR[®], membrána GORE-TEX[®] zajišťuje odolnost proti vodě a zároveň prodyšnost rukavic. Elastická manžeta je také vyrobena z materiálu KEVLAR[®]. [15]

7.4.1 TIGERLINE PLUS

Zásahové hasičské rukavice dle normy: **EN 659:2004** (viz obr. 38). Rukavice poskytují vysokou tepelnou ochranu, ochranu proti řezu a propíchnutí a dobré úchopové vlastnosti. [15]

Materiál:

- vrchní materiál - NOMEX[®] Tough,
dlaň 100 % KEVLAR[®] / SILICONE[®]
- funkční membrána - PORELLE[®]
- mezipodšívka - 50 % KEVLAR[®] / 50 % NOMEX[®]
- podšívka - 100 % KEVLAR[®]
- manžeta - NOMEX[®] Comfort



Obr. 38 Rukavice - TIGERLINE PLUS [15]

7.4.2 JUBA[®] BG 311

Kožené zásahové hasičské rukavice dle normy: **EN 659:2003** (viz obr. 39). Rukavice poskytují vysokou tepelnou ochranu, ochranu proti řezu, propíchnutí a dobré úchopové vlastnosti. [15]

Materiál:

- vrchní vrstva - impregnovaná hovězí kůže
- funkční membrána - GORE-TEX[®]
- podšívka - 100 % KEVLAR[®]
- manžeta - 100 % KEVLAR[®]



Obr. 39 Rukavice - JUBA[®] BG 311 [15]

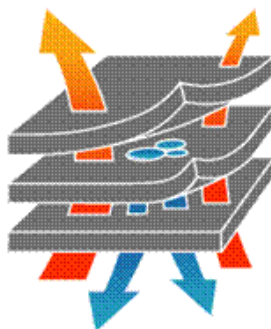
8. OCHRANA PROTI TEPLU, OHNI, ROZSTŘIKU ŽHAVÝCH KOVŮ A PŘED NEBEZPEČÍM VÝBUCHU

Tepelná rizika mohou působit v různé intenzitě a v různých kombinacích. Především je třeba rozlišit jejich míru, zdroj působení a možné následky. Tyto faktory mají rozhodující vliv na výběr, provedení a vlastnosti ochranných oděvů. [12]

8.1 Ochrana proti teple

Pro práce, kde je člověk ohrožen pouze přehřátím, způsobeným dlouhodobějším pobytem v prostředí se zvýšenou teplotou, se uplatňují chladicí oděvy, nejčastěji v provedení vesty. K jejich výrobě se používá například třívrstvá textilie **Cool Medics®** (viz obr. 40), tvořená kombinací textilie z hydrofilních vláken, vláknité struktury jádra textilie a tepelně vodivé membrány.

Ochlazování povrchu těla je založeno na tepelné výměně mezi vrstvami. Spouštěč chladicího procesu, který trvá 4 – 8 hodin, představuje voda. Oděv se ponoří do vody tak, aby textilie nasákla vodu do vnitřní výplně a odpařováním z jádra textilie pak dochází k chladicímu efektu. Ten se díky speciální struktuře textilie přenáší zpět na povrch těla a ochlazuje ho. [14]



Obr. 40 Princip chladicí funkce textilie Cool Medics® [14]

8.2 Ochrana proti teple, ohni a rozstříku žhavých kovů

Primárním úkolem těchto oděvů je izolovat před působením tepla a ochránit uživatele před popálením. Materiály oděvů proto musí mít sníženou hořlavost a nesmí se tavit.

Pro oděvy určené záchranářům, svářečům, plynářům, energetikům apod. jsou dostačující materiály s nehořlavou úpravou, ale stejně jako hasiči využívají i materiálů z tepelně odolných vláken. Pracovníci těžkého průmyslu, jako například slévači, jsou vystaveni vysokým hodnotám sálavého tepla a možnému postříku roztaveným kovem. Toto prostředí vyžaduje oděvy nejtěžší konstrukce. Běžná tkanina z meta-aramidu (Nomex[®]) nebo bavlny se sníženou hořlavostí není vhodná jako ochrana proti tekutému kovu (přilepí se a propálí oděv). Pro tento účel se používají speciální tkaniny s příměsí viskózy, vlny nebo Kevlaru[®]. K ochraně před extrémním sálavým teplem musí mít oděv pokovenou vnější vrstvu, schopnou toto teplo odrážet.

Běžně se zde uplatňují ochranné oděvy v provedení kabátu, pláště a kalhot.

Obecně u všech tepelných rizik platí nutnost dostatečného překrytí součástí oděvu (kabátu nebo pláště přes kalhoty, kalhot přes obuv a rukávů kabátu přes rukavice) i při provádění pohybů jako předklon, vzpažení, otočení trupu, klek apod.

U kapes je požadováno jejich uzavíratelné překrytí patkami tak, aby nebylo možné patky do kapes zasunout. Oděv musí být v takovém provedení, aby nehrozilo zachycení a průnik úletových částic.

Hodnotí se vlastnosti ovlivňující ochranou funkci před tepelnými riziky šíření plamene, prostupy tepla, tepelné odolnosti, odolnosti proti postříku žhavých kovů a běžné mechanické vlastnosti například pevnost v tahu, zbytková pevnost a pevnost v roztržení. Každý typ oděvu vyžaduje některé specifické vlastnosti v závislosti na rizikových podmínkách. [14]

9. ZKUŠEBNÍ METODY TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ SPECIÁLNÍCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ PRO HASIČE A ZÁCHRANÁŘE

9.1 Zjišťování prodyšnosti plošných textilií

Dle normy: ČSN EN ISO 9237 (80 0817): 1996

Přístroj: Přístroj pro určení prodyšnosti METEFEM typ FF 12/A (viz obr. 41)
a přístroj AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 (viz obr. 42)

9.1.1 Definice

Prodyšnost – rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a dobu.

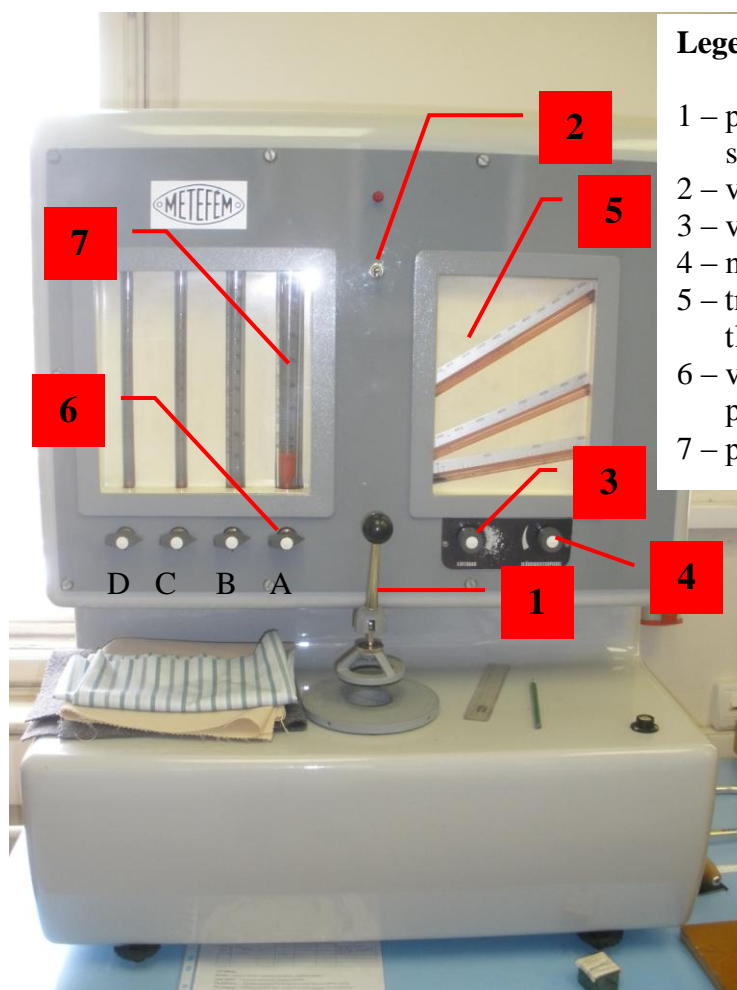
9.1.2 Podstata zkoušky

Měří se rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu.

9.1.3 Zkušební zařízení

- **Kruhový držák zkušebních vzorků** s otvorem o ploše 20 cm².
- **Upínací zařízení**, které zajistí bezpečné upnutí zkušebního vzorku bez deformace.
- **Ochranný prstenec**, k zabránění pronikání vzduchu okraje vzorku, jako doplňující pomůcka k upínacímu zařízení.
- **Zařízení pro měření tlaku (vzduchový ventil)**, spojené se zkušební hlavicí, s rozsahem 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa nebo 500 Pa.
- **Zařízení k dosažení konstantního průtoku vzduchu (ventily otevírající průtokoměry)** o stanovené teplotě a vlhkosti a pro seřízení rychlosti průtoku zkušebním vzorkem k vytvoření tlakového spádu mezi 50 Pa a 500 Pa.

- **Průtokoměr, měřič objemu nebo měřící clonka**, které měří rychlost průtoku vzduchu v decimetrech krychlových za minutu (litry za minutu).



Legenda:

- 1 – páka pro upevnění vzorku s upínací kruhovou čelistí
- 2 – vypínač
- 3 – vzduchový ventil
- 4 – nulovací kolečko
- 5 – trubice pro měření tlakového spádu
- 6 – ventily otevírající průtokoměry
- 7 – průtokoměry

Obr. 41 Popis zkušebního zařízení METEFEM FF 12/A pro měření prodyšnosti



Obr. 42 Zkušební zařízení AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 pro měření prodyšnosti

Parametry přístroje METEFEM FF 12/A:

- Zkoušená plocha textilie: 20 cm²
- Rychlost průtoku vzduchu: [l/hod]
- Tlakový spád: 100 Pa, 200 Pa
- Rozsah přístroje: 800-8000 l/hod

Parametry přístroje AIR PERMEABILITY FX 3300:

- Zkoušená plocha textilie: 20 cm²
- Rychlost průtoku vzduchu: [mm/s]
- Tlakový spád: 200 Pa

9.1.4 Postup zkoušky

- Uzavřít vzduchový ventil (3) otáčením proti směru hodinových ručiček
- Zapnout přístroj vypínačem (2)
- Nulovacím kolečkem (4) nastavit hladinu vody na nulovou rysku u trubice pro měření tlakového spádu (5) – tak dlouho otáčet až se modrá hladina objeví a pak nastavit.
- Upevnit zkoušený vzorek pomocí páky (1)
- Otevřít ventil (6) plováčkového průtokoměru (7) u trubice s označením A – největší rozsah.
- Pomalu otevírat vzduchový ventil (3) tak dlouho, až sloupec obarvené vody vystoupí v trubici pro měření tlakového spádu na požadovanou hodnotu 100 Pa, 200 Pa.
- Odečíst množství protékajícího vzduchu na průtokoměru.
- Opakovat měření:
 - Při měření stejného vzorku stačí pouze uvolnit vzorek pomocí páky (1) a posunout, aniž by se měnilo nastavení přístroje. Poté se znovu nastaví požadovaný tlakový spád a odečte množství protékajícího vzduchu.
- Při měření jiného typu vzorku je nutné nejprve uzavřít vzduchový ventil (3)! Poté se vzorek upevní a postup opakuje.
- Počet měření nejméně 10, místa měření vzorku je třeba rovnoměrně rozložit a dbát, aby místo zkoušení bylo minimálně 3 cm od okraje.

9.1.5 Výpočet a vyjádření výsledků

Rychlost průtoku vzduchu na přístroji METEFEM FF 12/A pro měření prodyšnosti je uvedena v jednotkách [l/hod], tyto jednotky je nutné převést na [mm/s] pomocí přepočítacího faktoru, který se dosadí do vzorce pro výpočet prodyšnosti R . Rychlost průtoku vzduchu u přístroje AIR PEREMABILITY FX 3300 je už nastavena na jednotky [mm/s], není tedy třeba přepočítávat.

- Vypočítá se aritmetický průměr z jednotlivých měření $\overline{q_v}$.
- Vypočítá se prodyšnost R vyjádřená v milimetrech za sekundu podle vzorce:

$$R = (\overline{q_v} / A) \times 167 \text{ [mm/s]} \quad [17]$$

kde $\overline{q_v}$ je aritmetický průměr rychlosti průtoku vzduchu v decimetrech krychlových za minutu (litry za minutu);

A zkoušená plocha textilie v cm^2 (20 cm^2);

167 přepočítací faktor z decimetrů krychlových (nebo litrů) za minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu.

- Vypočítá se směrodatná odchylka s podle vzorce:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \overline{q_v})^2} \quad [\text{mm/s}] \quad [17]$$

kde N je počet měřených hodnot;

x_i naměřená hodnota;

$\overline{q_v}$ aritmetický průměr z jednotlivých měření

- Vypočítá se variační koeficient v podle vzorce:

$$v = \frac{s}{\overline{q_v}} * 100 \quad [\%] \quad [17]$$

9.1.5.1 Měření prodyšnosti hasičského oděvu FIREMAN-TIGER:

1. Vrchový materiál: NOMEX® Tough DIAMOND, 200 g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX® Fireblocker N, 140 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX® Comfort /Aramidová vlákna, 200 g/m²

Tab. 8 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu**

FIREMAN-TIGER měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A

Měření	Vrchový materiál (100 Pa)		Vrchový materiál (200 Pa)		Podšívkový materiál (100 Pa)		Vrchový + Podšívkový materiál (100 Pa)		Vrchový + Podšívkový materiál (200 Pa)	
	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]
1	1000	139,2	1650	229,63	7700	1071,56	950	132,18	1650	229,63
2	1000	139,2	1800	250,5	6600	918,5	900	125,25	1450	201,82
3	1050	146,13	1950	271,38	6700	932,45	900	125,25	1550	215,68
4	1000	139,2	1700	236,56	7500	626,25	850	118,32	1550	215,68
5	1150	160,1	1900	264,45	6300	876,75	1000	139,2	1600	222,7
6	1100	153,06	1900	264,45	7000	974,2	800	111,31	1450	201,82
7	1100	153,06	1750	243,57	6800	946,31	850	118,32	1550	215,68
8	1100	153,06	2000	278,31	7400	1029,81	1000	139,2	1750	243,57
9	1200	167	2000	278,31	7700	1071,56	1050	146,13	1700	236,56
10	1100	153,06	2000	278,31	6800	946,31	950	132,18	1700	236,56
11	1300	180,95	2100	292,25	7300	1015,95	1050	146,13	1750	243,57
12	1150	160,1	1900	264,45	6500	904,56	1100	153,06	1900	264,45
13	1050	146,13	1900	264,45	7100	988,1	1050	146,13	1700	236,56
14	1250	173,93	2000	278,31	6600	918,5	1050	146,13	1800	250,5
15	1300	180,95	2100	292,25	6700	932,45	1150	160,1	1850	257,43
16	1200	167	2000	278,31	7300	1015,95	1100	153,06	1800	250,5
17	1200	167	2200	306,2	7600	1057,7	1150	160,1	1900	264,45
18	1300	180,95	2300	320,06	6100	848,95	1050	146,13	1950	271,38
19	1250	173,93	2200	306,2	7300	1015,95	1150	160,1	1900	264,45
20	1200	167	2000	278,31	7800	1085,5	1100	153,06	1900	264,45

Σ [l/hod]	23000	3201,01	39350	5476,26	140800	19177,31	20200	2811,34	34400	4787,44
$\overline{q_v}$	1150	160,05	1967,5	273,813	7040	958,866	1010	140,57	1720	239,37

— q_v [l/min]	19,17	---	32,79	---	117,33	---	16,83	---	28,67	---
— q_v [l/s]	0,319	---	0,547	---	1,956	---	0,281	---	0,478	---

U přístroje METEFEM FF 12/A jsou naměřené hodnoty v jednotkách [l/hod], pro výpočet prodyšnosti je nutné hodnoty nejprve převést na [l/min] a poté tyto hodnoty podle vzorce s přepočítávacím faktorem (viz kap. 9.1.5) přepočítat na jednotky [mm/s] (viz hodnoty ve sloupci **R** [mm/s] u každého materiálu v Tab. 8).

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

$$R_{\text{vrchového materiálu 100 Pa}} = 19,17 / 20 \times 167 = \underline{\underline{160,1 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového materiálu 200 Pa}} = 32,79 / 20 \times 167 = \underline{\underline{273,8 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{podšívkového materiálu 100 Pa}} = 117,33 / 20 \times 167 = \underline{\underline{979,7 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového + podšívkového materiálu 100 Pa}} = 16,83 / 20 \times 167 = \underline{\underline{140,5 \text{ mm/s}}}$$

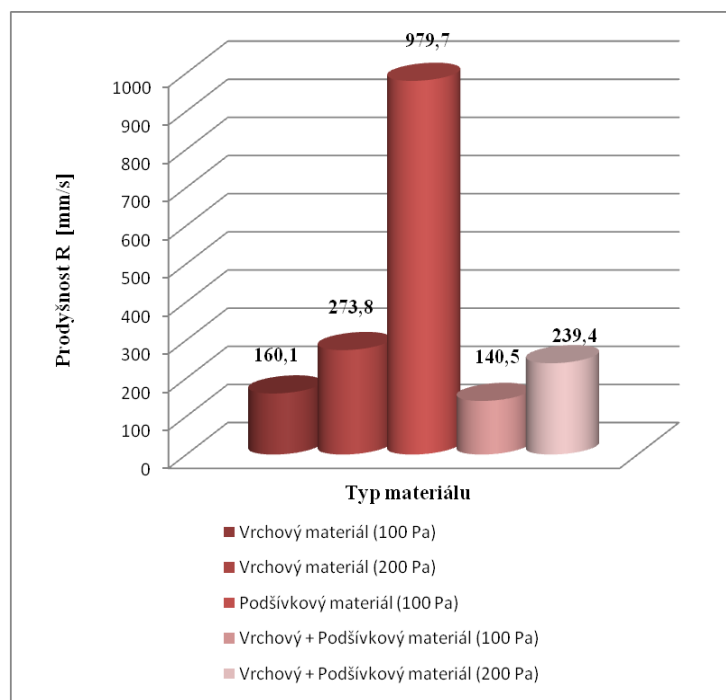
$$R_{\text{vrchového + podšívkového materiálu 200 Pa}} = 28,67 / 20 \times 167 = \underline{\underline{239,4 \text{ mm/s}}}$$

Tab. 9 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **hasičského oděvu**

FIREMAN-TIGER změřené na přístroji METEFEM FF 12/A podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál (100 Pa)	Vrchový materiál (200 Pa)	Podšívkový materiál (100 Pa)	Vrchový + Podšívkový materiál (100 Pa)	Vrchový + Podšívkový materiál (200 Pa)
R [mm/s]	160,1	273,8	979,7	140,5	239,4
s [l/hod]	98,421	162,231	488,262	104,403	152,8071
s [mm/s]	13,74	22,58	101,1137	14,54	21,27
v [%]	9	8	10	10	9

Graf 1: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A



Tab. 10 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu**
FIREMAN-TIGER měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX
3300

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
1	288	3,02	1590	2,85	7,1	231	6,5
2	285	3,15	1590	2,89	7,43	225	6,8
3	286	3,14	1600	2,9	7,3	219	6,78
4	283	3,19	1580	2,86	7,1	234	6,81
5	277	3,11	1630	2,94	6,91	232	6,93
6	314	2,99	1590	2,97	6,95	229	6,86
7	298	2,94	1580	2,95	6,59	230	7,27
8	279	2,96	1670	2,92	6,89	240	7,06
9	262	2,91	1640	2,82	6,86	238	7,16
10	294	2,82	1550	2,95	7,1	255	6,87
11	282	2,73	1570	2,86	7,05	240	6,68
12	280	2,88	1600	2,94	7,22	259	6,73
13	263	2,76	1540	2,83	7,77	275	6,92
14	242	2,93	1510	2,73	7,76	284	6,84
15	243	3	1500	2,77	7,55	262	7,04
16	246	2,9	1530	2,73	7,83	259	6,95
17	262	2,87	1500	2,75	7,55	274	6,7
18	257	2,82	1400	2,82	7,44	274	6,76
19	240	2,81	1400	2,88	7,28	261	6,76
20	223	2,75	1390	2,73	7,3	271	6,99

Σ [mm/s]	5404	58,68	30960	57,09	144,98	4992	137,41
$\overline{q_v}$ [mm/s]	270,2	2,934	1548	2,8545	7,249	249,6	6,8705

U přístroje AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 jsou naměřené hodnoty přímo v jednotkách [mm/s], není tedy nutné hodnoty přepočítávat. Průměrná hodnota $\overline{q_v}$ [mm/s] jednotlivých a vrstvených materiálů v Tab. 8 se rovná hodnotě prodyšnosti **R** [mm/s].

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

R_{vrchového materiálu} = 270,2 mm/s

$$R_{\text{Goretexové membrány}} = \underline{\underline{2,934 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{1548 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového materiálu + Goretexové membrány}} = \underline{\underline{2,8545 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{Goretexové membrány + podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{7,249 \text{ mm/s}}}$$

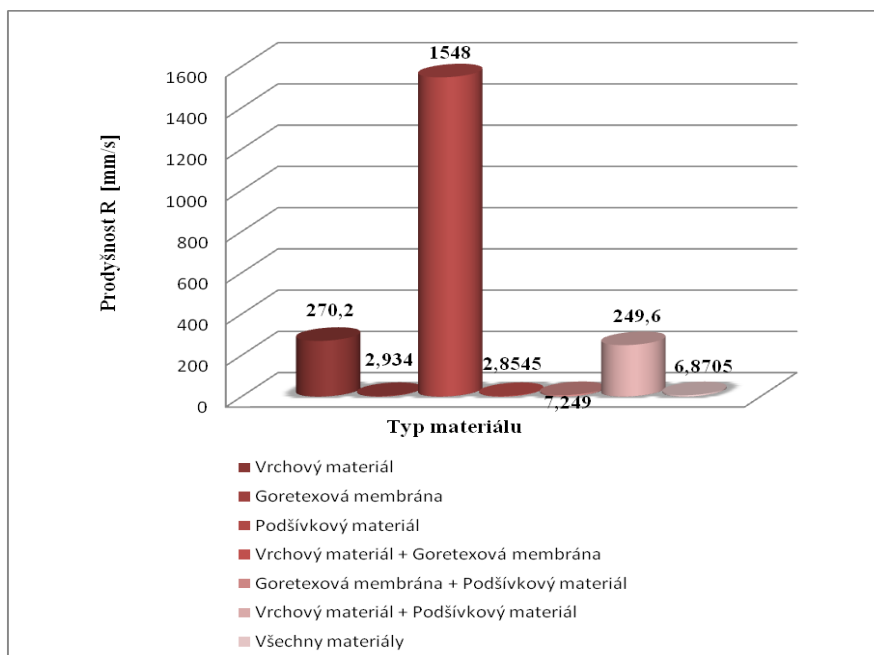
$$R_{\text{vrchového materiálu + podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{249,6 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{všech materiálů}} = \underline{\underline{6,8705 \text{ mm/s}}}$$

Tab. 11 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
R [mm/s]	270,2	2,934	1548	2,8545	7,249	249,6	6,8705
s [mm/s]	22,56901	0,13362	76,98052	0,07813	0,32807	19,40979	0,1731
v [%]	8	5	5	3	5	8	3

Graf 2: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu FIREMAN-TIGER** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300



9.1.5.2 Měření prodyšnosti záchrannářského oděvu

ZÁCHRANÁŘ:

1. Vrchový materiál: NOMEX[®] III, 260g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX[®] Flameliner A, 175 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX[®] Comfort, 220 g/m²

Tab. 12 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A

Měření	Vrchový materiál (200 Pa)		Podšívkový materiál (200 Pa)	
	R	R	R	R
	[l/hod]	[mm/s]	[l/hod]	[mm/s]
1	1150	160,1	1000	139,2
2	1050	146,13	1100	153,06
3	1050	146,13	1200	167
4	1100	153,06	1150	160,1
5	1200	167	1200	167
6	1300	180,95	1150	160,1
7	1200	167	1200	167
8	1200	167	1200	167
9	1150	160,1	1200	167
10	1150	160,1	1250	173,93
11	1200	167	1300	180,95
12	1150	160,1	1200	167
13	1200	167	1200	167
14	1150	160,1	1200	167
15	1200	167	1250	173,93
16	1150	160,1	1300	180,95
17	1100	153,06	1250	173,93
18	1100	153,06	1300	180,95
19	1150	160,1	1150	160,1
20	1150	160,1	1300	180,95

Σ [l/hod]	23100	3215,19	24100	3354,15
— q _v	1155	160,76	1205	167,71
— q _v [l/min]	19,25	---	20,083	---
— q _v [l/s]	0,3208	---	0,3347	---

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

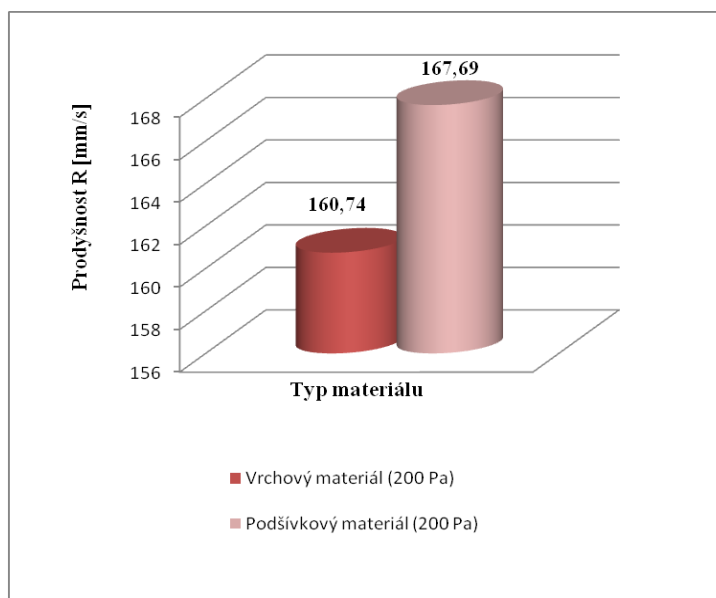
$$R_{\text{vrchového materiálu 200 Pa}} = 19,25 / 20 \times 167 = \underline{\underline{160,74 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{podšívkového materiálu 200 Pa}} = 20,083 / 20 \times 167 = \underline{\underline{167,69 \text{ mm/s}}}$$

Tab. 13 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** změřené na přístroji METEFEM FF 12/A podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál (200 Pa)	Podšívkový materiál (200 Pa)
R [mm/s]	160,74	167,69
s [l/hod]	56,79	72,28
s [mm/s]	7,91	10,06
v [%]	5	6

Graf 3: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A



Tab. 14 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchranného oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
1	175	0,864	165	0,814	1,72	89,9	1,55
2	184	0,915	169	0,832	1,80	91,3	1,66
3	182	0,941	170	0,819	1,75	93,6	1,71
4	184	0,916	157	0,844	1,80	93,1	1,70
5	158	0,918	156	0,843	1,86	90,9	1,72
6	164	0,920	163	0,815	1,76	89,9	1,79
7	156	0,903	157	0,807	1,75	88,2	1,68
8	164	0,921	171	0,845	1,76	90,4	1,76
9	163	0,919	171	0,835	1,75	91,7	1,73
10	157	0,974	176	0,841	1,66	91,4	1,73
11	159	0,942	165	0,858	1,87	97,3	1,71
12	166	0,945	168	0,884	1,88	93,9	1,66
13	169	0,986	158	0,897	1,83	94,2	1,67
14	175	1,03	165	0,905	1,84	90,3	1,67
15	165	1,01	161	0,854	1,80	89,7	1,66
16	185	0,999	172	0,874	1,76	84,3	1,68
17	186	0,996	164	0,881	1,84	90,7	1,57
18	179	0,940	163	0,835	1,85	91,3	1,64
19	161	0,935	176	0,863	1,83	95,3	1,66
20	158	0,965	155	0,831	1,81	95,2	1,72

Σ [mm/s]	3390	18,939	3302	16,977	35,92	1832,6	33,67
$\overline{q_v}$ [mm/s]	169,5	0,94695	165,1	0,84885	1,796	91,63	1,6835

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

$R_{\text{vrchového materiálu}} = \underline{\underline{169,5 \text{ mm/s}}}$

$R_{\text{Goretexové membrány}} = \underline{\underline{0,94695 \text{ mm/s}}}$

$R_{\text{podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{165,1 \text{ mm/s}}}$

$R_{\text{vrchového materiálu + Goretexové membrány}} = \underline{\underline{0,84885 \text{ mm/s}}}$

$R_{\text{Goretexové membrány + podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{1,796 \text{ mm/s}}}$

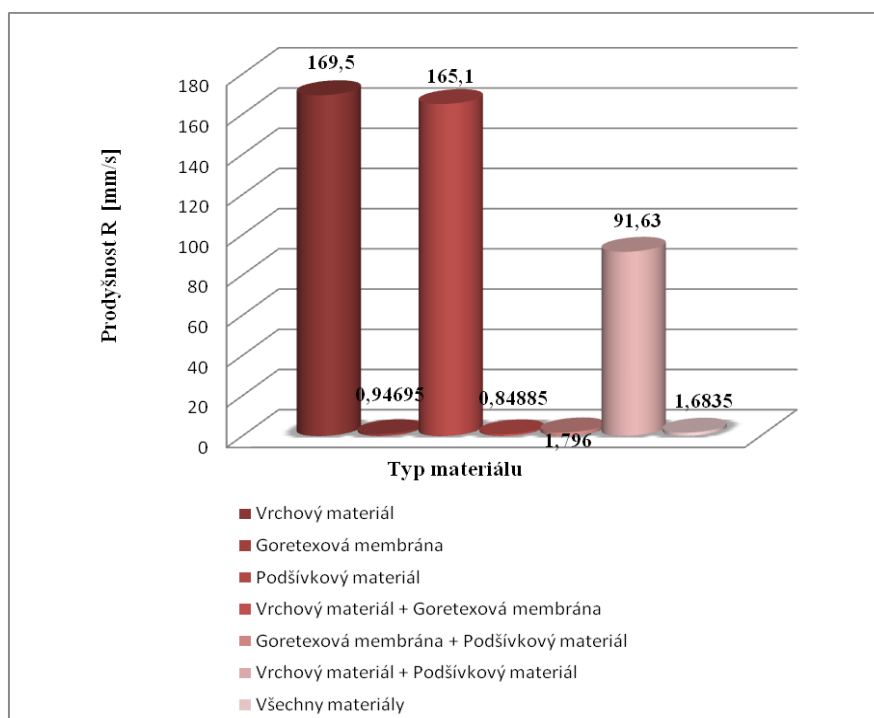
$$R_{\text{vrchového materiálu} + \text{podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{91,63 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{všech materiálů}} = \underline{\underline{1,6835 \text{ mm/s}}}$$

Tab. 15 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
R [mm/s]	169,5	0,94695	165,1	0,84885	1,796	91,63	1,6835
s [mm/s]	10,39471	0,040395	6,30793	0,02721	0,05499	2,79573	0,05525
v [%]	6	4	4	3	3	3	3

Graf 4: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300



9.1.5.3 Měření prodyšnosti záchrannářského oděvu

ZÁCHRANÁŘ II:

1. Vrchový materiál: NOMEX[®] STAFF, 195 g/m²
2. Goretexová membrána: GORE-TEX[®] Flameliner A, 175 g/m²
3. Podšívkový materiál: NOMEX[®] Comfort, 220 g/m²

Tab. 16 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II měřená na přístroji METEFEM typ FF 12/A

Měření	Vrchový materiál (100 Pa)		Vrchový materiál (200 Pa)		Podšívkový materiál (200 Pa)		Vrchový + Podšívkový materiál (200	
	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]	R [l/hod]	R [mm/s]
1	1150	160,1	1900	264,45	1000	139,2	800	111,31
2	1000	139,2	1950	271,38	1100	153,06	850	118,32
3	1200	167	2000	278,31	1200	167	900	125,25
4	1150	160,1	2150	299,18	1150	160,1	900	125,25
5	1100	153,06	2000	278,31	1200	167	800	111,31
6	1100	153,06	2000	278,31	1150	160,1	850	118,32
7	1250	173,93	2050	285,32	1200	167	800	111,31
8	1400	194,81	2200	306,2	1200	167	800	111,31
9	1350	187,88	2300	320,06	1200	167	850	118,32
10	1400	194,81	2500	343,77	1250	173,93	900	125,25
11	1300	180,95	2200	306,2	1300	180,95	800	111,31
12	1450	201,82	2500	343,77	1200	167	800	111,31
13	1250	173,93	2400	334	1200	167	900	125,25
14	1350	187,88	2450	340,93	1200	167	850	118,32
15	1400	194,81	2500	343,77	1250	173,93	850	118,32
16	1500	208,75	2600	361,81	1300	180,95	850	118,32
17	1350	187,88	2500	343,77	1250	173,93	900	125,25
18	1500	208,75	2550	354,88	1300	180,95	850	118,32
19	1300	180,95	2350	327,07	1150	160,1	800	111,31
20	1150	160,1	2350	327,07	1300	180,95	850	118,32

Σ [l/hod]	25650	3569,77	45450	6308,56	24100	3354,15	16900	2351,98
— q _v	2442,86	178,4885	2272,5	315,428	1205	167,708	845	117,599

$\frac{—}{q_v}$ [l/min]	40,71	---	37,875	---	20,083	---	14,08	---
$\frac{—}{q_v}$ [l/s]	0,6785	---	0,6313	---	0,3347	---	0,2347	---

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

$$R_{\text{vrchového materiálu 100 Pa}} = 40,71 / 20 \times 167 = \underline{\underline{339,93 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového materiálu 200 Pa}} = 37,875 / 20 \times 167 = \underline{\underline{316,26 \text{ mm/s}}}$$

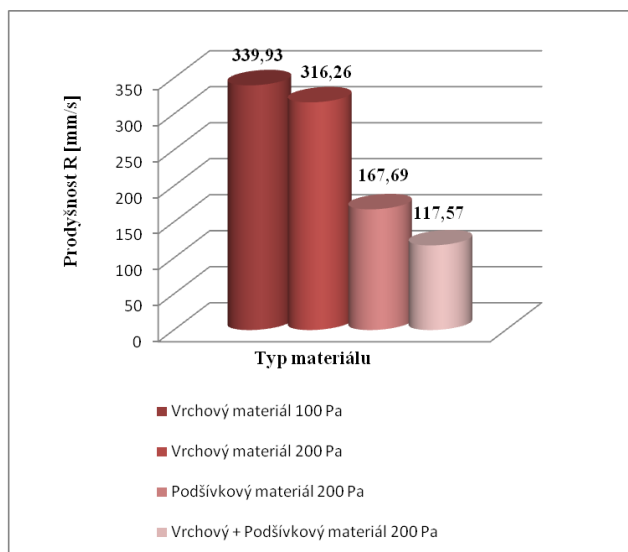
$$R_{\text{podšívkového materiálu 200 Pa}} = 20,083 / 20 \times 167 = \underline{\underline{167,69 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového materiálu + podšívkového materiálu 200 Pa}} = 14,08 / 20 \times 167 = \underline{\underline{117,57 \text{ mm/s}}}$$

Tab. 17 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** změřené na přístroji METEFEM FF 12/A podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál (100 Pa)	Vrchový materiál (200 Pa)	Podšívkový materiál (200 Pa)	Vrchový + Podšívkový materiál (200 Pa)
R [mm/s]	339,93	316,26	167,69	117,57
s [l/hod]	138,99	222,75	72,28	38,41
s [mm/s]	19,34	30,18	10,1	5,36
v [%]	6	10	6	5

Graf 5: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na přístroji METEFEM FF 12/A



Tab. 18 Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
1	327	0,864	165	0,861	1,72	110	1,64
2	317	0,915	169	0,820	1,80	119	1,65
3	333	0,941	170	0,827	1,75	118	1,76
4	307	0,916	157	0,842	1,80	120	1,70
5	321	0,918	156	0,835	1,86	121	1,76
6	315	0,920	163	0,806	1,76	126	1,73
7	326	0,903	157	0,822	1,75	126	1,78
8	275	0,921	171	0,829	1,76	123	1,72
9	281	0,919	171	0,831	1,75	120	1,72
10	293	0,974	176	0,824	1,66	118	1,70
11	262	0,942	165	0,869	1,87	113	1,64
12	324	0,945	168	0,888	1,88	113	1,61
13	330	0,986	158	0,865	1,83	123	1,58
14	312	1,03	165	0,881	1,84	129	1,68
15	320	1,01	161	0,913	1,80	121	1,74
16	311	0,999	172	0,923	1,76	109	1,70
17	301	0,996	164	0,930	1,84	116	1,79
18	308	0,940	163	0,871	1,85	111	1,69
19	266	0,935	176	0,928	1,83	125	1,71
20	262	0,965	155	0,885	1,81	125	1,73

Σ [mm/s]	6091	18,939	3302	17,25	35,92	2386	34,03
— q_v [mm/s]	304,55	0,94695	165,1	0,8625	1,796	119,3	1,7015

Prodyšnost R [mm/s] vypočtená podle vzorce (viz kap. 9.1.5):

$$R_{\text{vrchového materiálu}} = \underline{\underline{304,55 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{Goretexové membrány}} = \underline{\underline{0,94695 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{165,1 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{vrchového materiálu + Goretexové membrány}} = \underline{\underline{0,8625 \text{ mm/s}}}$$

$$R_{\text{Goretexové membrány + podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{1,796 \text{ mm/s}}}$$

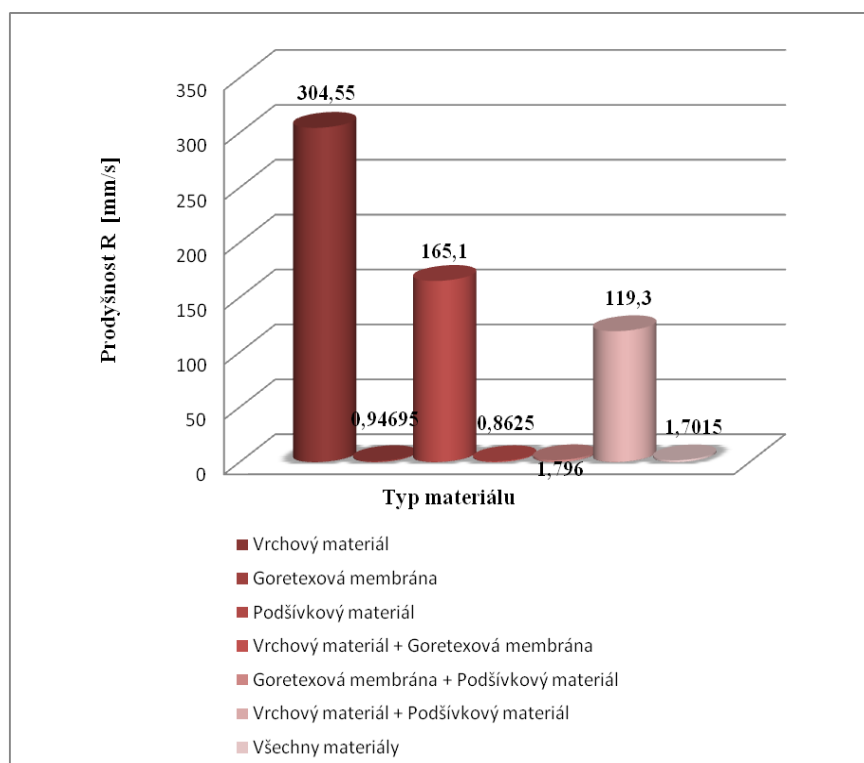
$R_{\text{vrchového materiálu} + \text{podšívkového materiálu}} = \underline{\underline{119,3 \text{ mm/s}}}$

$R_{\text{všech materiálů}} = \underline{\underline{1,7015 \text{ mm/s}}}$

Tab. 19 Základní statistické výpočty prodyšnosti textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** změřené na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
R [mm/s]	304,55	0,94695	165,1	0,8625	1,796	119,3	1,7015
s [mm/s]	22,76944	0,040395	6,30793	0,03831	0,05499	5,64889	0,05416
v [%]	8	4	4	4	3	5	3

Graf 6: Prodyšnost jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300

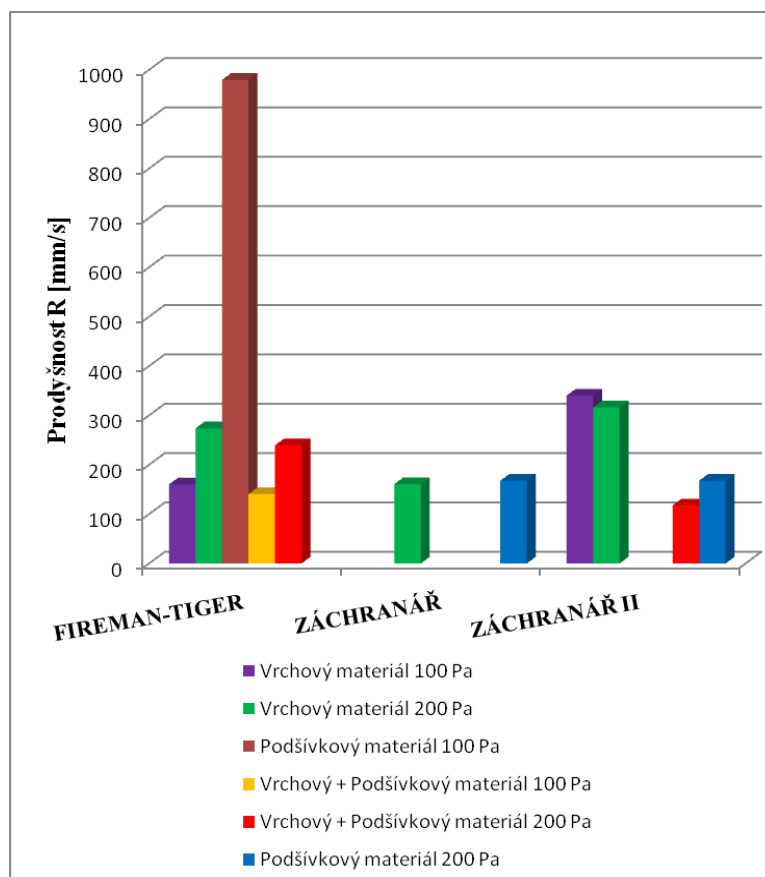


9.1.5.4 Porovnání prodyšností hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II měřená na přístroji METEFEM FF 12/A:

Tab. 21 Prodyšnosti hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

	Vrchový materiál (100 Pa)	Vrchový materiál (200 Pa)	Podšívkový materiál (100 Pa)	Vrchový + Podšívkový materiál (100 Pa)	Vrchový + Podšívkový materiál (200 Pa)	Podšívkový materiál (200 Pa)
FIREMAN-TIGER	160,1	273,8	979,7	140,5	239,4	---
ZÁCHRANÁŘ	---	160,74	---	---	---	167,69
ZÁCHRANÁŘ II	339,93	316,26	---	---	117,57	167,69

Graf 7: Porovnání prodyšností hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

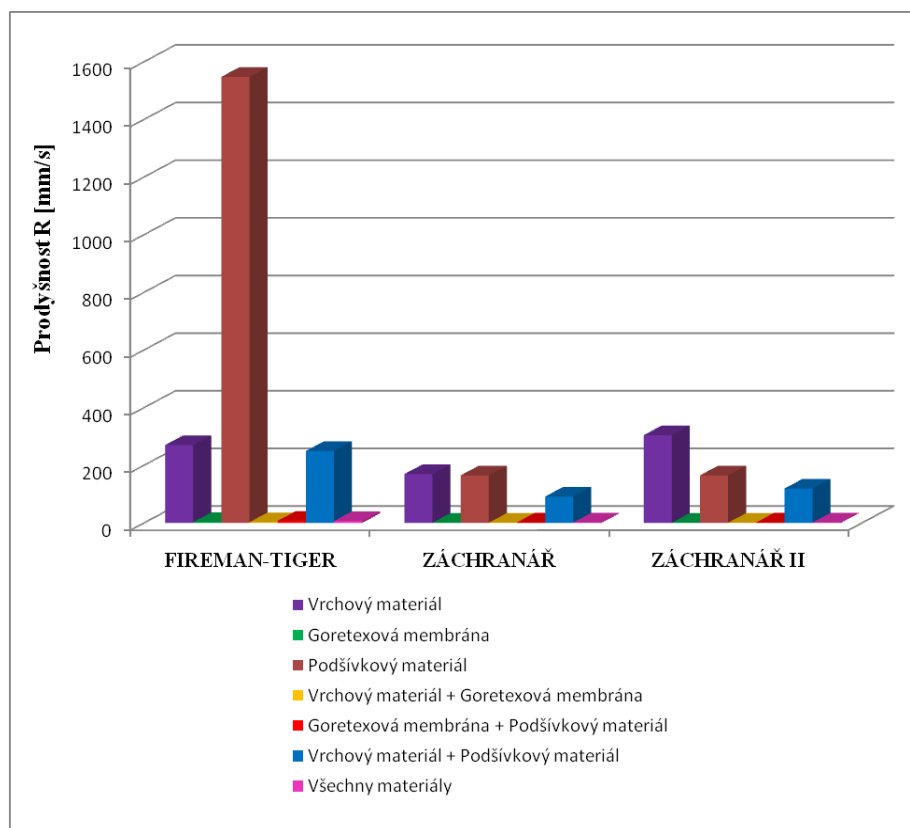


9.1.5.5 Porovnání prodyšností hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II měřená na přístroji AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300:

Tab. 22 Prodyšnosti hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
FIREMAN-TIGER	270,2	2,934	1548	2,8545	7,249	249,6	6,8705
ZÁCHRANÁŘ	169,5	0,94695	165,1	0,84885	1,796	91,63	1,6835
ZÁCHRANÁŘ II	304,55	0,94695	165,1	0,8625	1,796	119,3	1,7015

Graf 8: Porovnání prodyšností hasičských a záchrannářských ochranných oděvů



9.1.6 Závěr

Na přístroji METEFEM FF 12/A se nedala změřit prodyšnost Goretexové membrány. Přístroj nemá takový rozsah měření jako přístroj AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300. Z naměřených hodnot v Grafu 7:, které se daly naměřit je zřejmé, že nejvíce prodyšný je ochranný oděv pro hasiče FIREMAN-TIGER. U tohoto oděvu je nejvíce prodyšný podšívkový materiál NOMEX® Comfort/Aramidová vlákna, 200 g/m². Naproti tomu u ochranného oděvu pro záchranáře ZÁCHRANÁŘ se dala změřit jen prodyšnost jednotlivých vrstev vrchového materiálu NOMEX® III, 260 g/m² a podšívkového materiálu NOMEX® Comfort, 220 g/m² a celkově ze zkoumaných materiálů je tento oděv nejméně prodyšný.

Přístroj AIR PERMEABILITY TESTER FX 3300 má lepší rozsah měření než METEFEM FF 12/A a proto bylo možné naměřit i prodyšnost Goretexové membrány GORE-TEX® FIREBLOCKER, 140 g/m² u ochranného oděvu pro hasiče FIREMAN-TIGER a GORE-TEX® FLAMELINER A, 175 g/m² u ochranného záchranářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II. Z Grafu 8: je zřejmé, že nejvíce prodyšný je opět hasičský oděv FIREMAN-TIGER. Výsledné hodnoty vykazují podobné výsledky jako u přístroje METEFEM FF 12/A a měření je o něco přesnější.

9.2 Stanovení tloušťky plošných textilií

Dle normy: ČSN EN ISO 5084 (80 0844): 1996

Přístroj: Digitální tloušťkoměr pro plošné textilie – UNI-THICKNESS-METER (viz obr. 39)

Výrobce: SDL Ltd., England

Popis: Přístroj pro stanovení tloušťky plošných textilií s digitálním výstupem.

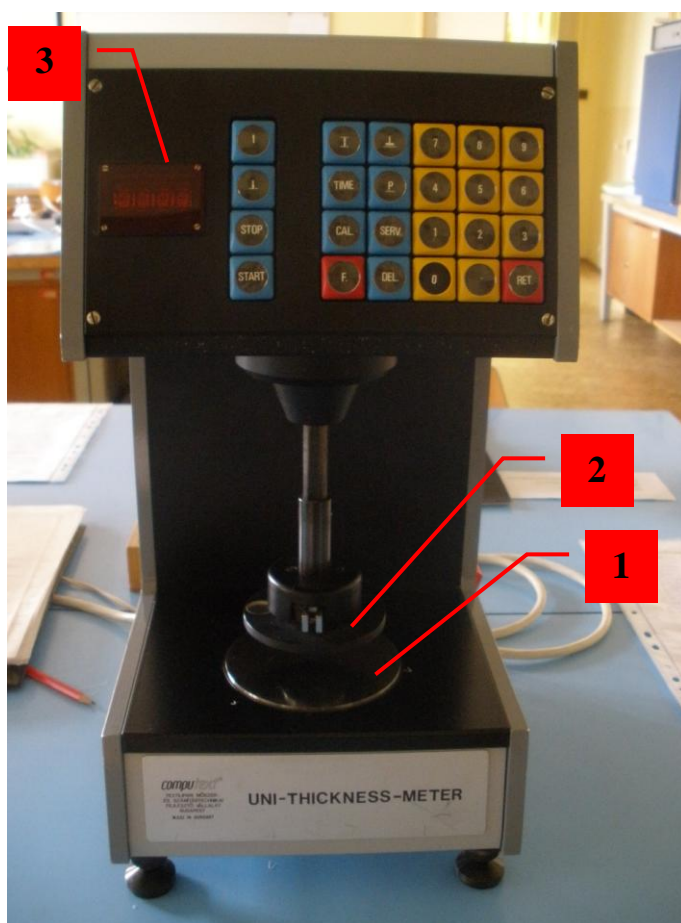
9.2.1 Definice

Tloušťka – kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie.

9.2.2 Podstata zkoušky

Měří se tloušťka jednotlivých materiálů v několika místech textilie.

9.2.3 Zkušební zařízení



Obr. 43 Popis zkušebního zařízení pro stanovení tloušťky plošných textilií

9.2.4 Postup zkoušky

Zkušební materiál se vloží mezi podložní (spodní) a přítlačnou (horní) čelist. Plocha čelistí je 1000 mm^2 . Přítlačná čelist zatíží materiál po dobu 30 sekund, pod tlakem 1 kPa. Po uplynutí této doby se na digitálním výstupu ukáže změřená tloušťka materiálu.

Zkouška se opakuje za stejných podmínek minimálně desetkrát na různých místech zkušebního vzorku.

Při vkládání mezi čelisti je třeba se vyhnout skladům a ohybům materiálu.

9.2.5 Výpočet a vyjádření výsledků

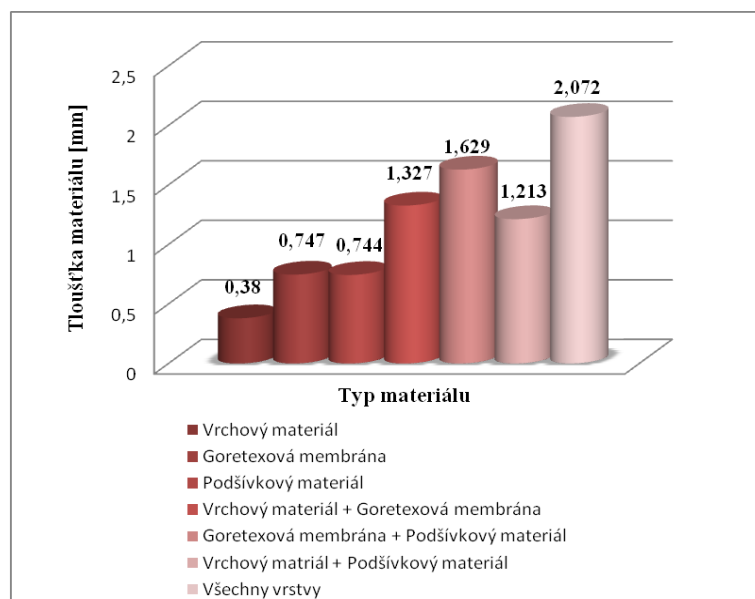
Vypočítá se aritmetický průměr z jednotlivých měření, směrodatná odchylka a variační koeficient.

9.2.5.1 Měření tloušťky hasičského oděvu FIREMAN-TIGER:

Tab. 23 Tloušťky jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu**
FIREMAN-TIGER měřené na digitálním tloušťkoměru

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny vrstvy
1	0,40	0,73	0,74	1,34	1,61	1,22	2,06
2	0,40	0,75	0,74	1,33	1,63	1,21	2,08
3	0,40	0,75	0,75	1,36	1,64	1,21	2,07
4	0,30	0,77	0,74	1,31	1,62	1,22	2,08
5	0,40	0,74	0,73	1,33	1,63	1,21	2,08
6	0,40	0,76	0,74	1,31	1,63	1,22	2,07
7	0,30	0,76	0,74	1,32	1,63	1,22	2,06
8	0,40	0,74	0,75	1,30	1,63	1,20	2,08
9	0,40	0,74	0,76	1,33	1,64	1,21	2,06
10	0,40	0,73	0,75	1,34	1,63	1,21	2,08
Σ [mm]	3,8	7,47	7,44	13,27	16,29	12,13	20,72
\bar{t} [mm]	0,38	0,747	0,744	1,327	1,629	1,213	2,072

Graf 9: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **hasičského oděvu**
FIREMAN-TIGER měřená na digitálním tloušťkoměru



Tab. 24 Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů **hasičského oděvu**
FIREMAN-TIGER změřené na digitálním tloušťkoměru podle vzorců (viz
kap. 9.1.5)

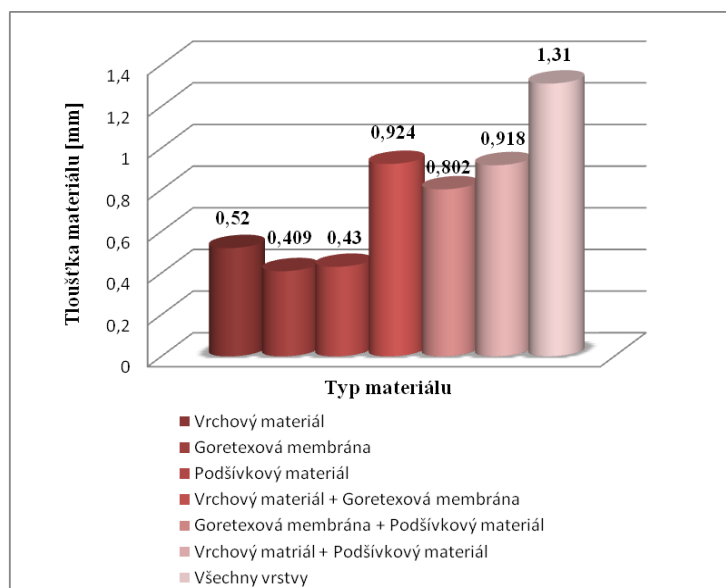
	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
s [mm/s]	0,04	0,01269	0,008	0,01676	0,00831	0,0064	0,00872
v [%]	11	1,7	1,1	0,5	0,5	0,5	0,4

9.2.5.2 Měření tloušťky záchrannářského oděvu **ZÁCHRANÁŘ:**

Tab. 25 Tloušťky jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu**
ZÁCHRANÁŘ měřené na digitálním tloušťkoměru

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny vrstvy
1	0,51	0,41	0,43	0,94	0,84	0,91	1,31
2	0,52	0,41	0,43	0,93	0,80	0,91	1,32
3	0,52	0,41	0,43	0,92	0,79	0,92	1,31
4	0,52	0,41	0,44	0,93	0,80	0,92	1,32
5	0,53	0,40	0,42	0,90	0,79	0,93	1,32
6	0,52	0,41	0,43	0,93	0,80	0,91	1,30
7	0,52	0,41	0,43	0,92	0,80	0,92	1,30
8	0,51	0,41	0,43	0,93	0,80	0,93	1,31
9	0,52	0,41	0,43	0,92	0,80	0,92	1,31
10	0,53	0,41	0,43	0,92	0,80	0,91	1,30
Σ [mm]	5,2	4,09	4,30	9,24	8,02	9,18	13,1
\bar{t} [mm]	0,52	0,409	0,43	0,924	0,802	0,918	1,31

Graf 10: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** měřená na digitálním tloušťkoměru



Tab. 26 Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ** změřené na digitálním tloušťkoměru podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

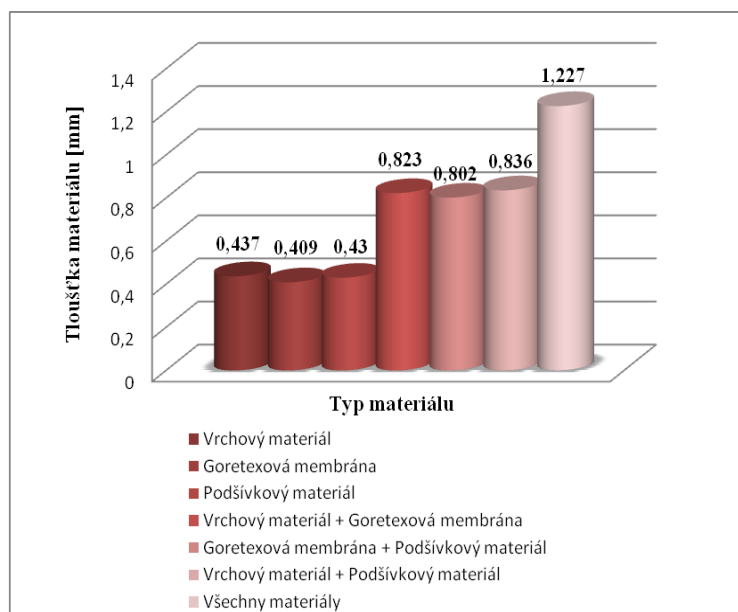
	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
s [mm/s]	0,00633	0,003	0,00447	0,0102	0,01327	0,00748	0,00775
v [%]	1,2	0,7	1	1,1	1,7	0,8	0,6

9.2.5.3 Měření tloušťky záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II:

Tab. 27 Tloušťky jednotlivých i vrstvených textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II na digitálním tloušťkoměru

Měření	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny vrstvy
1	0,43	0,41	0,43	0,82	0,84	0,83	1,23
2	0,43	0,41	0,43	0,81	0,80	0,86	1,22
3	0,43	0,41	0,43	0,82	0,79	0,83	1,23
4	0,44	0,41	0,44	0,83	0,80	0,84	1,22
5	0,44	0,40	0,42	0,85	0,79	0,83	1,22
6	0,43	0,41	0,43	0,84	0,80	0,84	1,22
7	0,44	0,41	0,43	0,81	0,80	0,83	1,24
8	0,44	0,41	0,43	0,82	0,80	0,82	1,22
9	0,44	0,41	0,43	0,82	0,80	0,85	1,23
10	0,45	0,41	0,43	0,81	0,80	0,83	1,24
Σ [mm]	4,37	4,09	4,30	8,23	8,02	8,36	12,27
\bar{t} [mm]	0,437	0,409	0,43	0,823	0,802	0,836	1,227

Graf 11: Tloušťka jednotlivých i vrstvených textilních materiálů záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II měřená na digitálním tloušťkoměru



Tab. 28 Základní statistické výpočty tloušťky textilních materiálů **záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ II** změřené na digitálním tloušťkoměru podle vzorců (viz kap. 9.1.5)

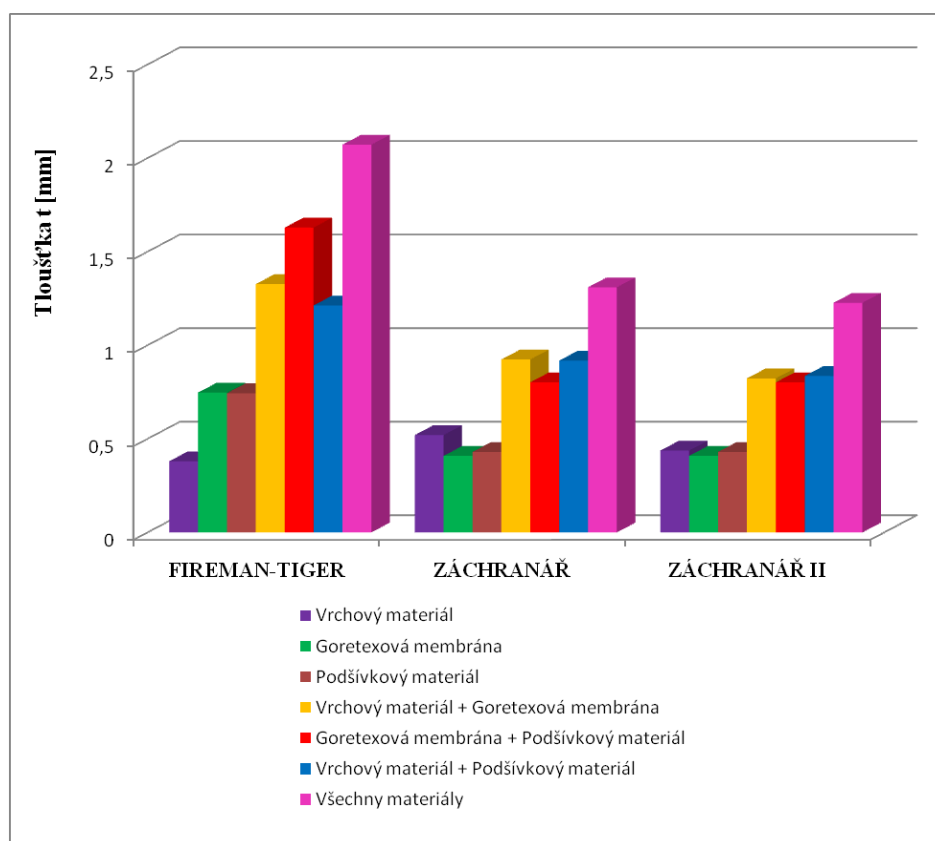
	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
s [mm/s]	0,0064	0,003	0,00447	0,01269	0,01327	0,01114	0,00781
v [%]	1,5	0,7	1	1,5	1,7	1,3	0,6

9.2.5.4 Porovnání tlouštěk hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II měřená na digitálním tloušťkoměru:

Tab. 29 Tloušťky hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

	Vrchový materiál	Goretexová membrána	Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Goretexová membrána	Goretexová membrána + Podšívkový materiál	Vrchový materiál + Podšívkový materiál	Všechny materiály
FIREMAN-TIGER	0,38	0,747	0,744	1,327	1,629	1,213	2,072
ZÁCHRANÁŘ	0,52	0,409	0,43	0,924	0,802	0,918	1,31
ZÁCHRANÁŘ II	0,437	0,409	0,43	0,823	0,802	0,836	1,227

Graf 12: Porovnání tlouštěk hasičských a záchrannářských ochranných oděvů



9.2.6 Závěr

Z Grafu 12: je zřejmé, že největší tloušťky jednotlivých i vrstvených materiálů vykazuje ochranný oděv pro hasiče FIREMAN-TIGER, kde je nejtenčí textilií vrchový materiál. Goretexová membrána a podšívkový materiál mají podobnou tloušťku. Naopak nejnižší tloušťky jednotlivých i vrstvených materiálů vykazuje ochranný oděv pro záchranáře ZÁCHRANÁŘ II.

9.3 Zjišťování pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií

Dle normy: ČSN EN ISO 13934-1 (80 0812): 1999

Přístroj: Dynamometr TIRATEST 2300 (viz obr. 41)

Výrobce: TIRA Germany

Popis: Dynamometr TIRATEST 2300 je klasický přístroj pro zkoumání mechanických vlastností materiálů. Umožňuje zkoušky jednoosého namáhání v tahu a tlaku. Přístroj je řízen počítačem. Rozsah přístroje se mění výměnou měřících hlav.

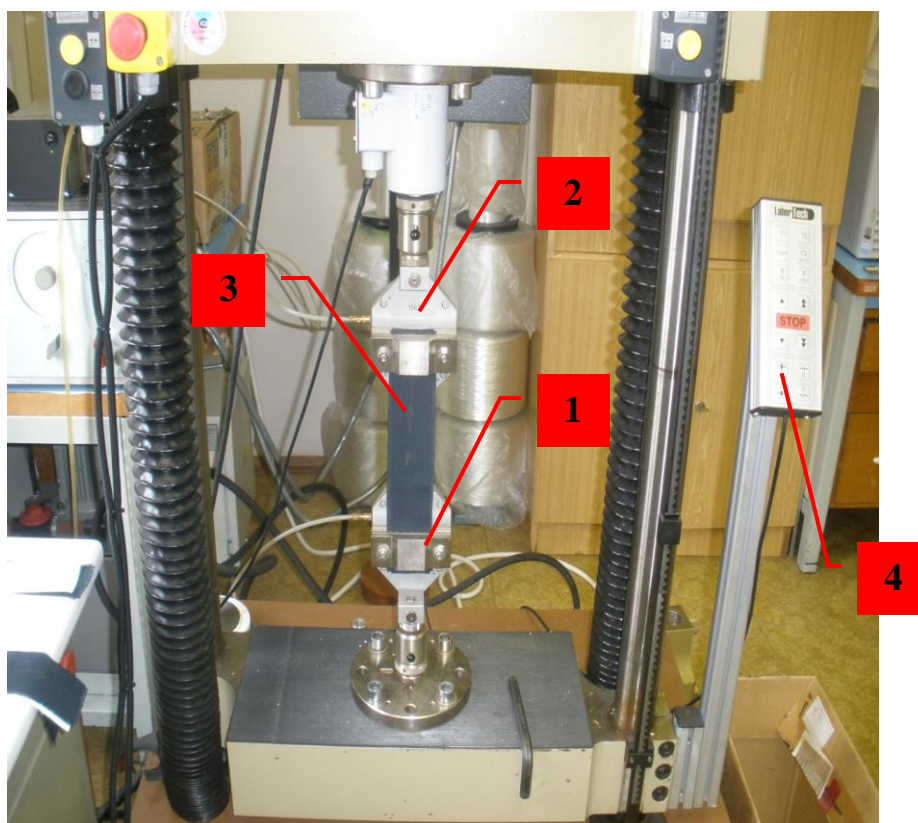
9.3.1 Definice

Viz kap. 3.4 Mechanické vlastnosti.

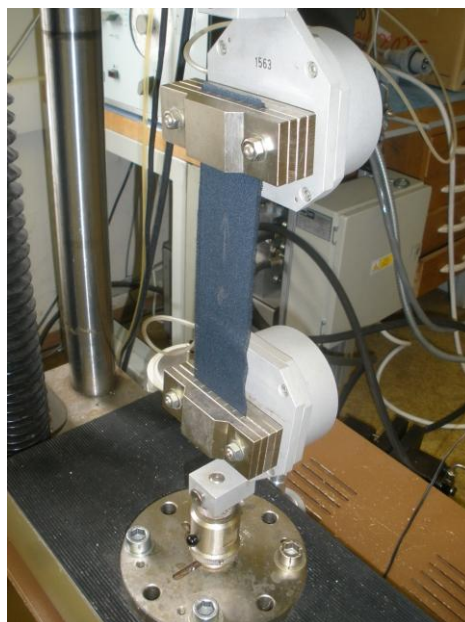
9.3.2 Podstata zkoušky

Metoda spočívá ve stanovení pevnosti a tažnosti při přetržení vzorku upnutého v upínacích čelistech dynamometru.

9.3.3 Zkušební zařízení



Obr. 44 Popis zkušebního zařízení pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií



Obr. 45 Detail upnutí zkoušeného materiálu do čelistí zkušebního zařízení pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií



Legenda:

- 1 – tlačítko pro zvednutí horní čelisti
- 2 – tlačítko pro zvednutí spodní čelisti
- 3 – tlačítko pro rozevření horní čelisti
- 4 – tlačítko pro rozevření spodní čelisti
- 5 – tlačítko pro zavření spodní čelisti
- 5 – tlačítko pro zavření horní čelisti

Obr. 46 Popis spouštěcího zařízení LABOR TECH přístroje pro zjištění pevnosti v tahu a tažnosti plošných textilií

9.3.4 Postup zkoušky

Z každého zkoušeného materiálu se vystřihne 5 vzorků přesně po niti o rozměrech 0,06 x 0,3 m jak ze směru osnovy, tak ze směru útku. Poté se každý vzorek upárá na pracovní rozměr vzorku 0,05 x 0,3 m. Vzorek se upne do upínacích čelistí TIRATESTU s předem nastavenou upínací délkou 0,2 m. Pomocí počítačového programu LabTest spustíme zkoušku.

Od každého trhu se provede grafický záznam, který je podkladem pro další vyhodnocení.

9.3.5 Výpočet a vyjádření výsledků

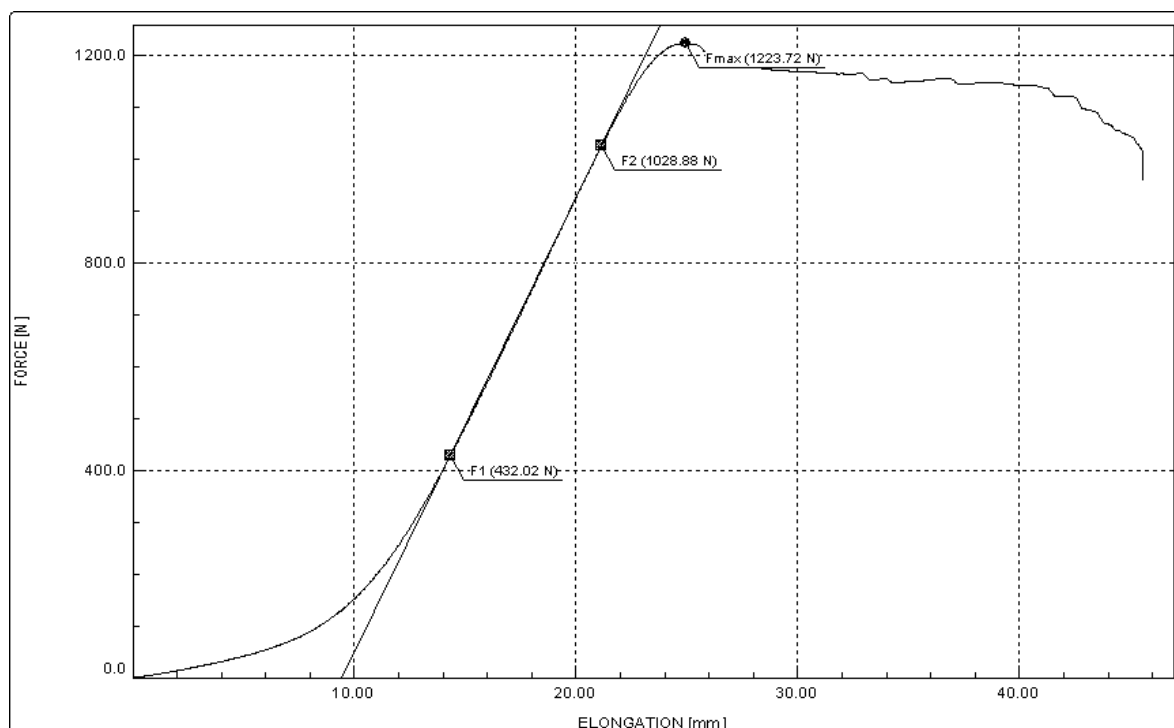
Z každého přetrhu získáme výpis výsledků (pevnost, tažnost) a grafický záznam tahové zkoušky:

- a) **Vrchový materiál:** NOMEX[®] Tough DIAMOND, 200 g/m²
- b) **Goretexová membrána:** GORE-TEX[®] Fireblocker N, 140 g/m²
- c) **Podšívkový materiál:** NOMEX[®] Comfort /Aramidová vlákna, 200 g/m²

9.3.5.1 Ochranný hasičský oděv FIREMAN-TIGER

a) Vrchový materiál NOMEX® Tough DIAMOND, 200 g/m²:

Graf 13: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy



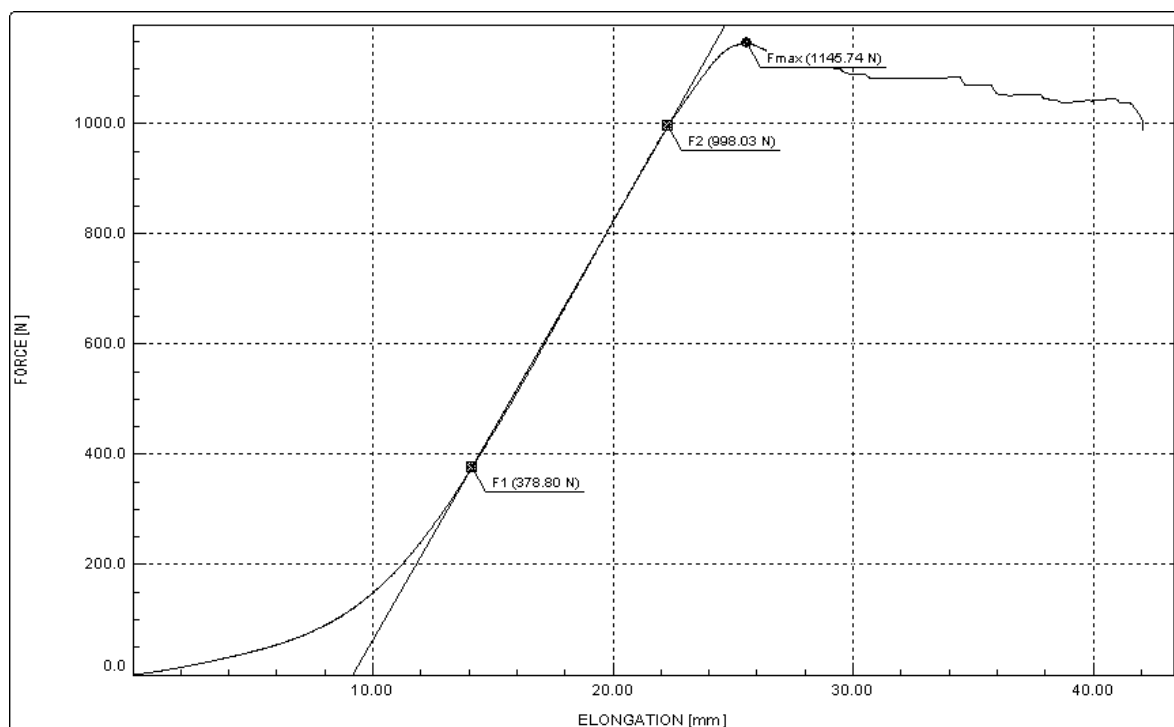
Tab. 30 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

Zkouška	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
1	24,97098	1223,71997	34,76062	3512,7	12,49	1223,72	25,32
2	24,4345	1247,78601	33,47729	3539,22	12,22	1247,79	24,34
3	24,93582	1225,26001	29,45333	3454,82	12,47	1225,26	22,64
4	25,55204	1173,35608	26,64859	3230,77	12,78	1173,36	22,2
5	25,95102	1208,52808	32,86465	3204,25	12,98	1208,53	25,02

Tab. 31 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

STATISTICKÉ VÝPOČTY	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	25,16887	1215,7301	31,4409	3388,35	12,58	1215,73	23,9
Směrodatná odchylka zkoušek	0,58978	27,5212	3,32081	159,19	0,29	27,52	1,41
Variační koeficient zkoušek	2,34328	2,26376	10,56208	4,7	2,34	2,26	5,89
Minimální hodnota zkoušek	24,4345	1173,35608	26,64859	3204,25	12,22	1173,36	22,2
Maximální hodnota zkoušek	25,95102	1247,78601	34,76062	3539,22	12,98	1247,79	25,32

Graf 14: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku



Tab. 32 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku

Zkouška	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
1	25,55232	1145,74194	28,50082	3033,24	12,78	1145,74	23,38
2	24,60936	1163,32605	33,94158	3387,5	12,3	1163,33	25,66
3	24,3233	1122,52417	25,72091	3326,61	12,16	1122,52	22
4	24,64682	1185,93005	32,68984	3449	12,32	1185,93	24,74
5	24,7205	1237,45386	26,04299	3611,9	12,36	1237,45	21,1

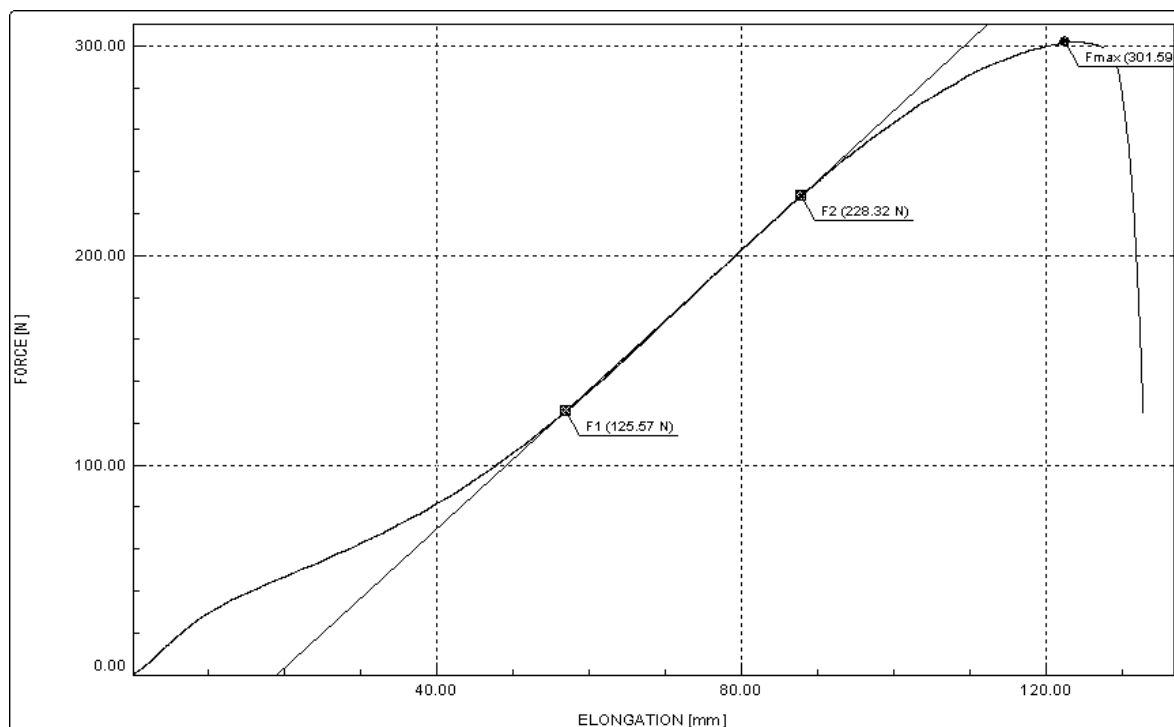
Tab. 33 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu

ve směru útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	24,77046	1170,99512	29,37923	3361,65	12,39	1171	23,38
Směrodatná odchylka zkoušek	0,46233	43,83431	3,77692	212,13	0,23	43,83	1,88
Variační koeficient zkoušek	1,86645	3,74334	12,85576	6,31	1,87	3,74	8,05
Minimální hodnota zkoušek	24,3233	1122,52417	25,72091	3033,24	12,16	1122,52	21,1
Maximální hodnota zkoušek	25,55232	1237,45386	33,94158	3611,9	12,78	1237,45	25,66

b) Goretexová membrána GORE-TEX® Fireblocker N, 140 g/m²:

Graf 15: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy



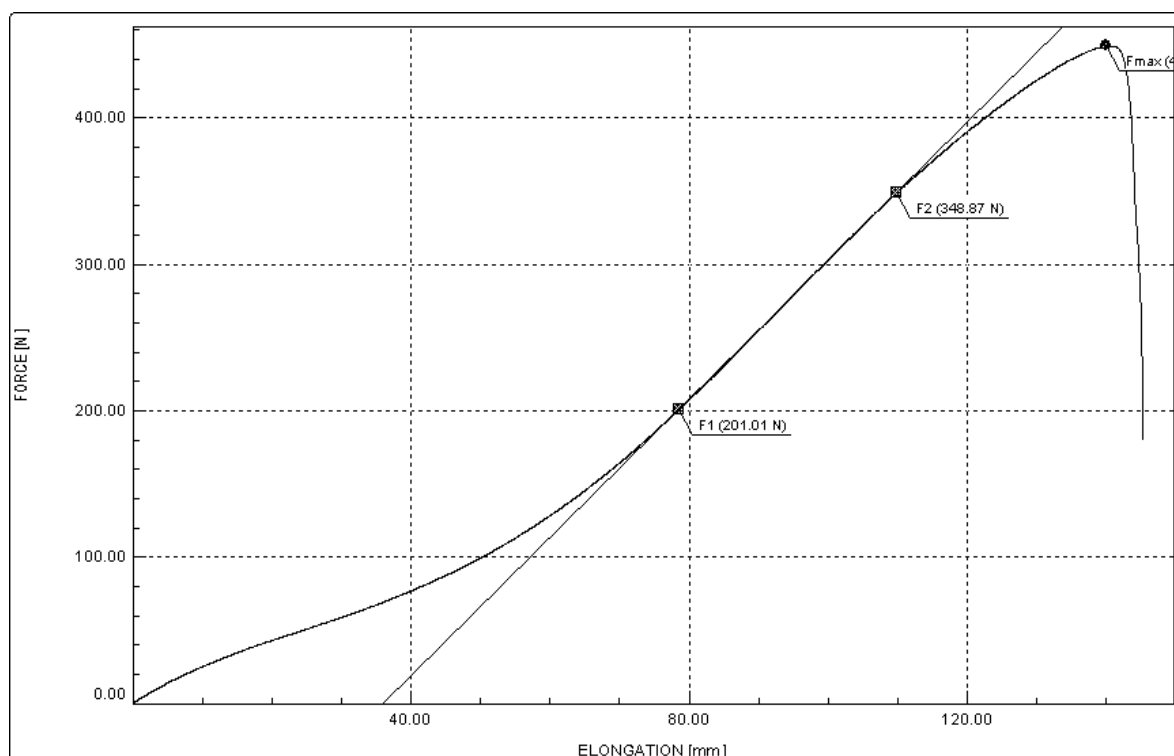
Tab. 34 Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy

Zkouška	Amax [mm]	Fmax [N]	W [J]	E [MPa]	Amax [%]	Fmax [N]	t [sec]
1	122,54201	301,59201	21,30058	133,07	61,27	301,59	73,58
2	120,611	298,892	19,55224	135,12	60,31	298,89	71,04
3	118,86581	292,8754	18,93514	131,91	59,43	292,88	70,44
4	116,68259	292,02719	19,59567	133,25	58,34	292,03	71,16
5	118,37461	286,16501	18,75085	129,76	59,19	286,17	70,38

Tab. 35 Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru osnovy

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax [mm]	Fmax [N]	W [J]	E [MPa]	Amax [%]	Fmax [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	119,41521	294,31033	19,6269	132,62	59,71	294,31	71,32
Směrodatná odchylka zkoušek	2,23934	6,07521	1,0067	1,97	1,12	6,08	1,31
Variační koeficient zkoušek	1,87526	2,06422	5,12917	1,49	1,88	2,06	1,84
Minimální hodnota zkoušek	116,68259	286,16501	18,75085	129,76	58,34	286,17	70,38
Maximální hodnota zkoušek	122,54201	301,59201	21,30058	135,12	61,27	301,59	73,58

Graf 16: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku



Tab. 36 Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku

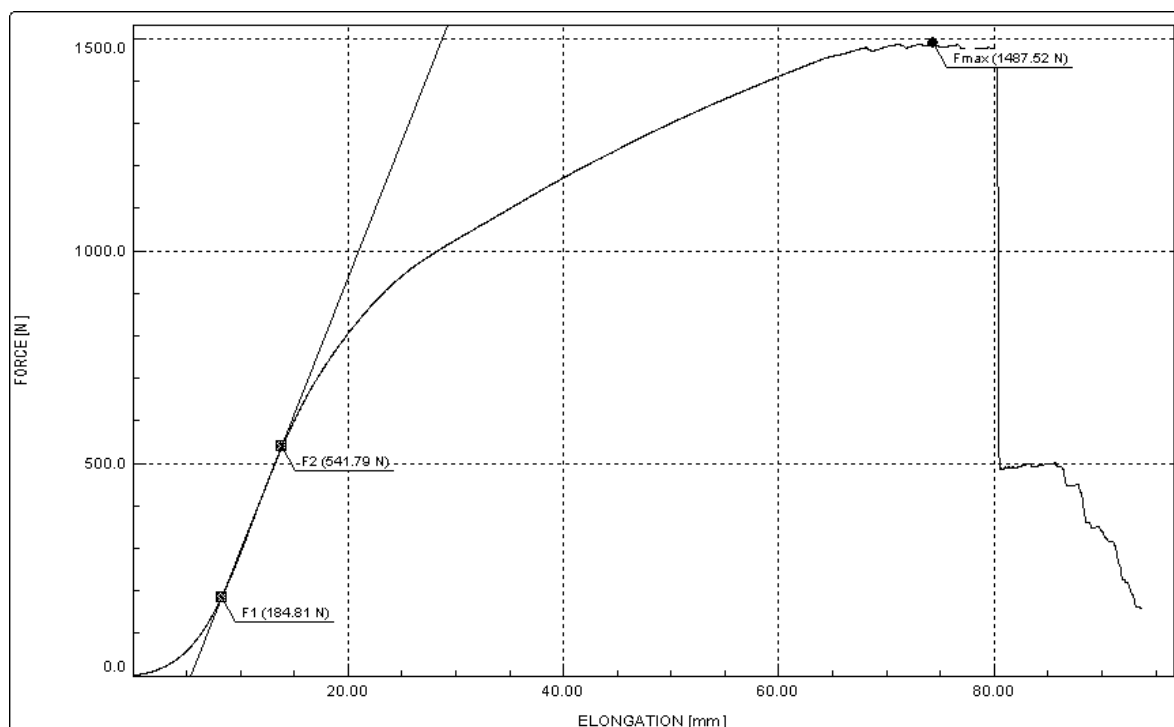
Zkouška	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
1	140,00241	449,302	29,65597	189,18	70	449,3	80,56
2	142,71901	460,10101	30,12715	188,22	71,36	460,1	80,84
3	131,2886	433,87604	26,71228	192,52	65,64	433,88	74,36
4	124,13	401,32501	23,1974	186,86	62,07	401,33	71,48
5	120,71999	419,992	23,98608	203,04	60,36	419,99	71,1

Tab. 37 Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	131,772	432,91919	26,73577	191,97	65,89	432,92	75,67
Směrodatná odchylka zkoušek	9,59632	23,31023	3,16664	6,53	4,8	23,31	4,76
Variační koeficient zkoušek	7,28252	5,38443	11,8442	3,4	7,28	5,38	6,3
Minimální hodnota zkoušek	120,71999	401,32501	23,1974	186,86	60,36	401,33	71,1
Maximální hodnota zkoušek	142,71901	460,10101	30,12715	203,04	71,36	460,1	80,84

c) Podšívkový materiál NOMEX® Comfort /Aramidová vlákna, 200 g/m²:

Graf 17: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**



Tab. 38 Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**

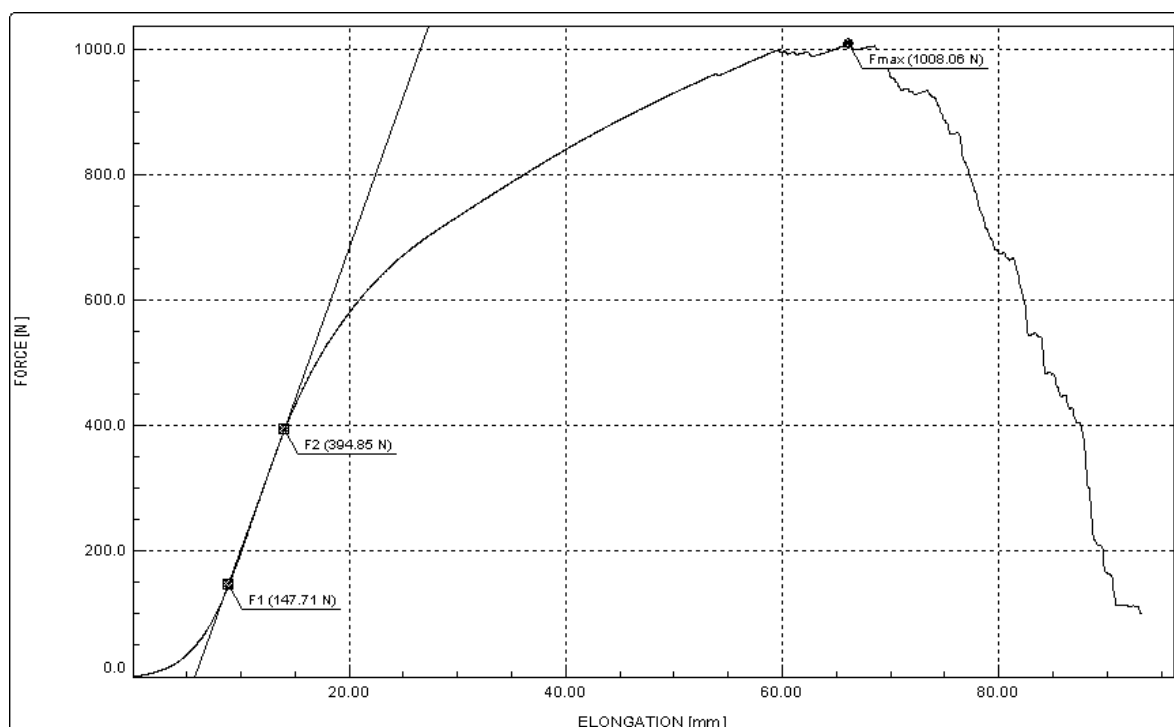
Zkouška	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
1	74,32244	1487,51794	88,2624	2520,18	37,16	1487,52	52,1
2	76,34035	1514,35803	88,60999	2465,06	38,17	1514,36	53,8
3	70,95013	1354,30798	78,67567	2269	35,48	1354,31	52,36
4	78,34135	1505,72009	88,08549	2475,72	39,17	1505,72	53,36
5	75,34312	1569,35803	91,90855	2599,58	37,67	1569,36	55,04

Tab. 39 Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve**

směru osnovy

STATISTICKÉ VÝPOČTY	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	75,05948	1486,25244	87,10842	2465,91	37,53	1486,25	53,33
Směrodatná odchylka zkoušek	2,73504	79,8223	4,96723	122,15	1,37	79,82	1,18
Variační koeficient zkoušek	3,64383	5,37071	5,70235	4,95	3,64	5,37	2,22
Minimální hodnota zkoušek	70,95013	1354,30798	78,67567	2269	35,48	1354,31	52,1
Maximální hodnota zkoušek	78,34135	1569,35803	91,90855	2599,58	39,17	1569,36	55,04

Graf 18: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku



Tab. 40 Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku

Zkouška	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
1	66,13573	1008,05597	61,52097	1916,03	33,07	1008,06	51,82
2	66,7813	1062,974	64,90617	2070,86	33,39	1062,97	52,92
3	65,6926	1005,66394	61,50443	1917,21	32,85	1005,66	51,88
4	65,36274	911,33136	56,20292	1752,3	32,68	911,33	53,28
5	68,17692	972,65283	59,37648	1874,34	34,09	972,65	52,9

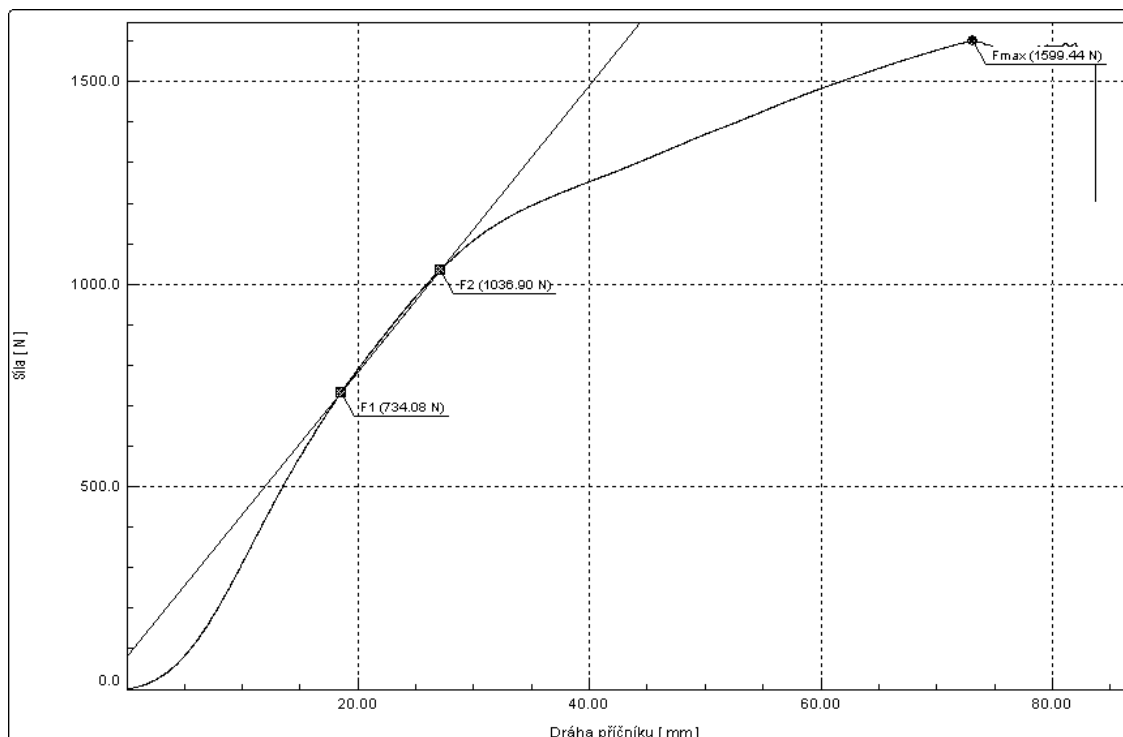
Tab. 41 Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru
útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	A _{max} [mm]	F _{max} [N]	W [J]	E [MPa]	A _{max} [%]	F _{max} [N]	t [sec]
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	66,42986	992,13556	60,70219	1906,15	33,21	992,14	52,56
Směrodatná odchylka zkoušek	1,11182	55,59554	3,20111	114,05	0,56	55,6	0,67
Variační koeficient zkoušek	1,67367	5,60362	5,27347	5,98	1,67	5,6	1,27
Minimální hodnota zkoušek	65,36274	911,33136	56,20292	1752,3	32,68	911,33	51,82
Maximální hodnota zkoušek	68,17692	1062,974	64,90617	2070,86	34,09	1062,97	53,28

9.3.5.2 Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ

a) Vrchový materiál NOMEX® III, 260 g/m²:

Graf 19: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy



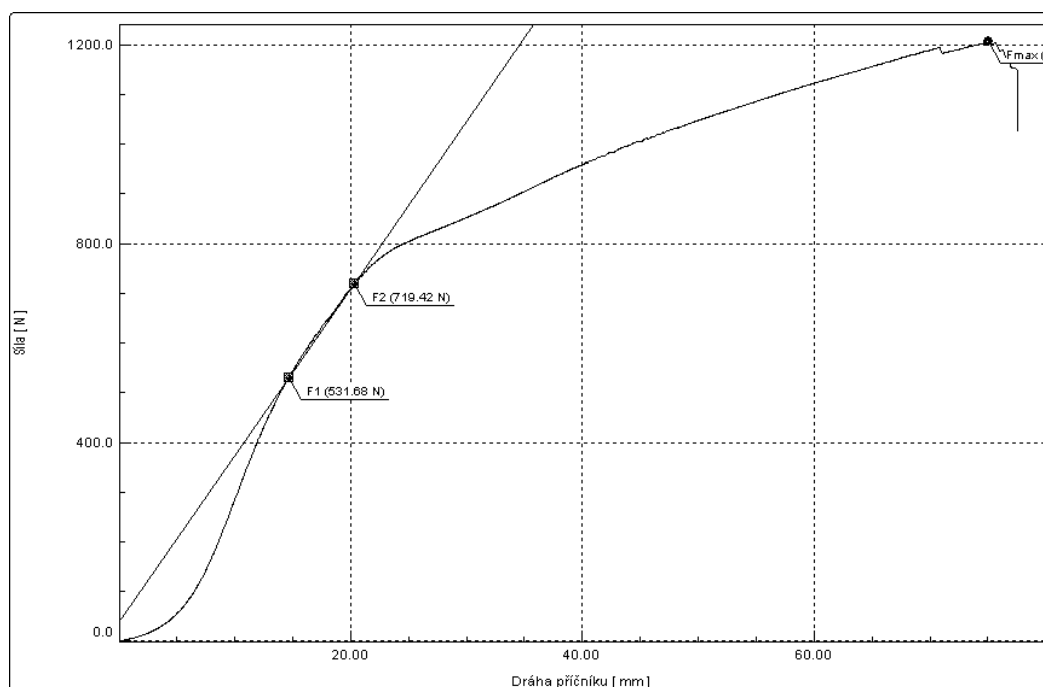
Tab. 42 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	86,36073	1708,81604	111,390038	170,76	43,18	1708,82	51,76
4	79,86334	1633,99585	104,331673	159,54	39,93	1634	54,24
3	81,10512	1596,0481	98,162666	151,05	40,55	1596,05	48,64
2	86,05544	1627,59399	102,986076	148,27	43,03	1627,59	49,86
1	73,17834	1599,43799	92,82843	141,19	36,59	1599,44	46,52

Tab. 43 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	81,31258	1633,17847	101,939774	154,16	40,66	1633,18	50,2
Směrodatná odchylka zkoušek	5,39184	45,46972	6,953534	11,37	2,7	45,47	2,95
Variační koeficient zkoušek	6,631	2,78412	6,821218	7,38	6,63	2,78	5,88
Minimální hodnota zkoušek	73,17834	1596,0481	92,82843	141,19	36,59	1596,05	46,52
Maximální hodnota zkoušek	86,36073	1708,81604	111,390038	170,76	43,18	1708,82	54,24

Graf 20: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**



Tab. 44 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**

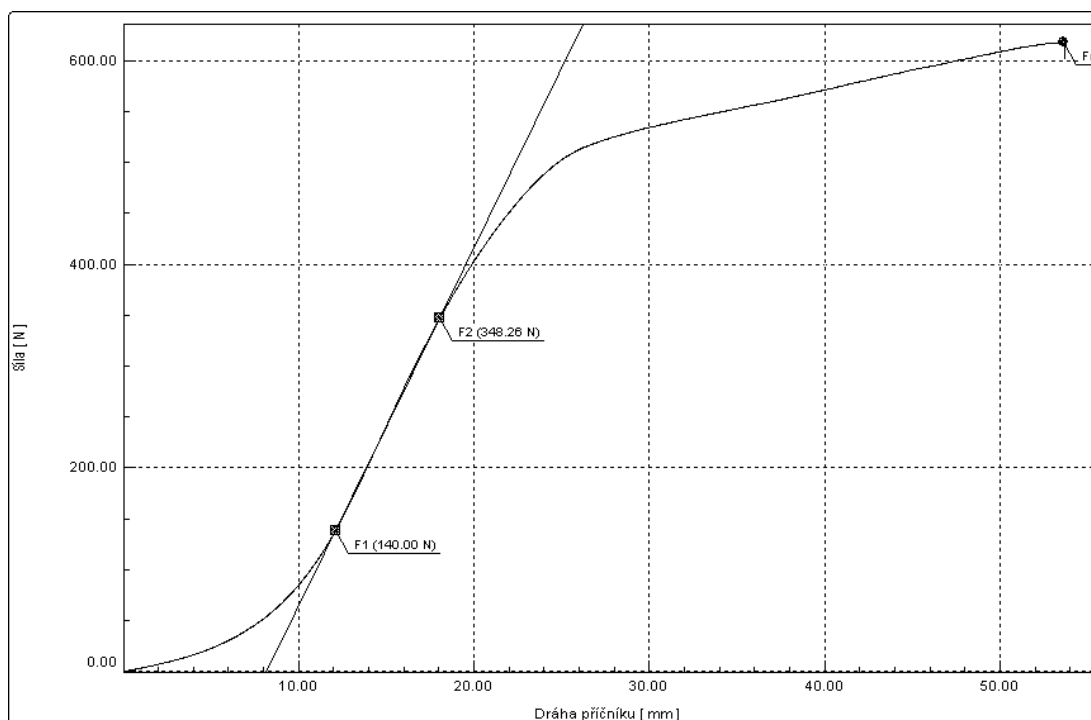
Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	75,72768	1204,74585	62,306873	119,27	37,86	1204,75	42,24
4	76,85578	1221,25415	66,509613	127,64	38,43	1221,25	43,52
3	74,80086	1220,56006	64,801788	128,54	37,4	1220,56	42,82
2	62,57806	1097,37793	46,776344	129,67	31,29	1097,38	35,26
1	75,03233	1205,67407	64,708374	133,62	37,52	1205,67	43,1

Tab. 45 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu **ve směru útku**

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	72,99894	1189,92249	61,020599	127,75	36,5	1189,92	41,39
Směrodatná odchylka zkoušek	5,88	52,32751	8,102155	5,26	2,94	52,33	3,46
Variační koeficient zkoušek	8,05491	4,39756	13,277737	4,12	8,05	4,4	8,35
Minimální hodnota zkoušek	62,57806	1097,37793	46,776344	119,27	31,29	1097,38	35,26
Maximální hodnota zkoušek	76,85578	1221,25415	66,509613	133,62	38,43	1221,25	43,52

b) Goretexová membrána GORE-TEX® Flameliner A, 175 g/m²:

Graf 21: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru osnovy**



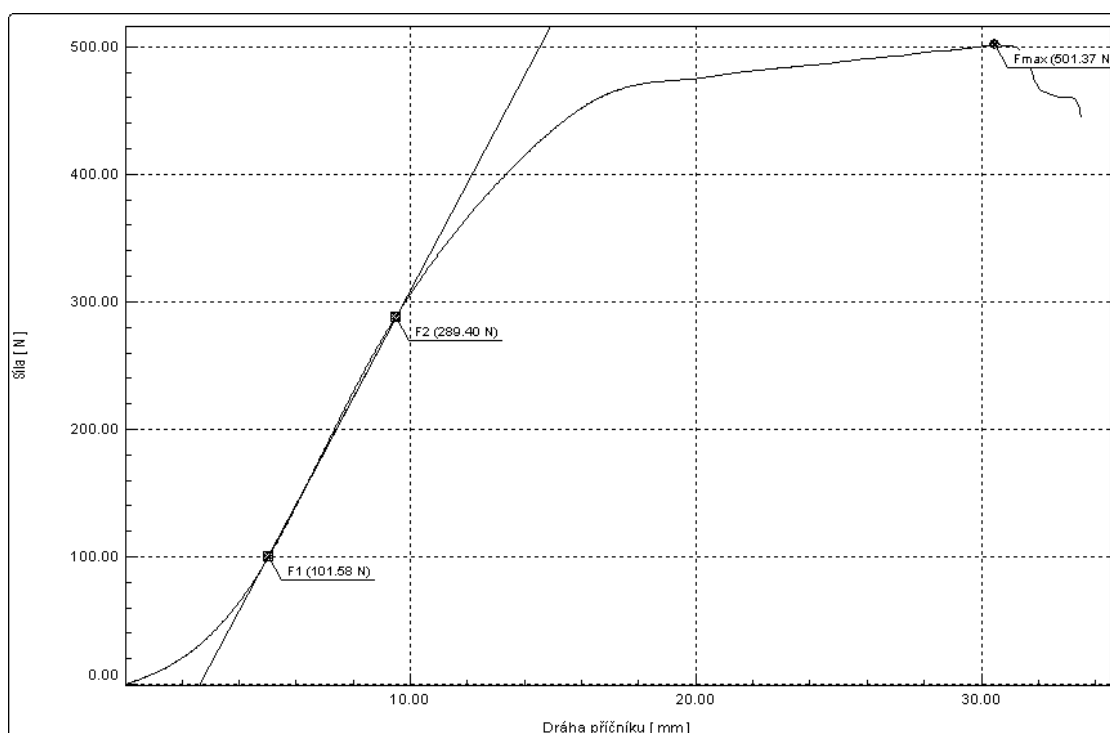
Tab. 46 Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru osnovy**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	49,23234	601,94904	18,697374	138,29	24,62	601,95	27,5
4	46,98902	616,06439	19,719284	147,84	23,49	616,06	27,14
3	51,57626	613,59601	20,794657	142,33	25,79	613,6	28,92
2	52,40558	627,86603	21,19265	145,46	26,2	627,87	29,28
1	53,5995	618,07001	21,331039	140,01	26,8	618,07	29,9

Tab. 47 Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány **ve směru osnovy**

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	51,23369	615,93591	20,511007	142,32	25,62	28,77
Směrodatná odchylka zkoušek	2,63467	8,39715	1,077598	3,67	1,32	1,19
Variační koeficient zkoušek	5,14245	1,36332	5,253756	2,58	5,14	4,14
Minimální hodnota zkoušek	46,98902	601,94904	18,697374	138,29	23,49	27,14
Maximální hodnota zkoušek	53,5995	627,86603	21,331039	147,84	26,8	29,9

Graf 22: Záznam tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku



Tab. 48 Výpis výsledků tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku

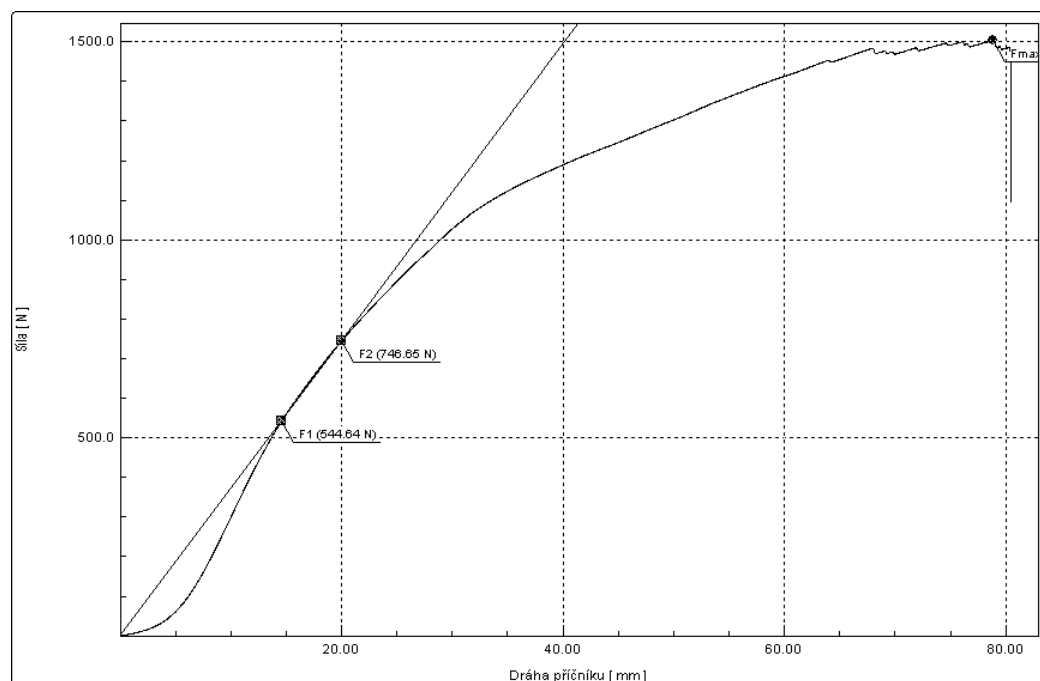
Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	t sec
5	35,08354	517,95099	14,302149	177,43	17,54	21,16
4	36,09738	502,52399	14,099942	168,04	18,05	21,26
3	35,8829	514,86603	14,791061	175,27	17,94	21,62
2	30,18832	494,34799	12,150816	171,24	15,09	18,84
1	30,47466	501,367	11,985801	169,46	15,24	18,68

Tab. 49 Základní statistické výpočty tahové zkoušky Goretexové membrány ve směru útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	33,54536	506,21118	13,465953	172,29	16,77	20,31
Směrodatná odchylka zkoušek	2,95981	9,88087	1,301683	3,95	1,48	1,43
Variační koeficient zkoušek	8,8233	1,95193	9,666475	2,29	8,82	7,03
Minimální hodnota zkoušek	30,18832	494,34799	11,985801	168,04	15,09	18,68
Maximální hodnota zkoušek	36,09738	517,95099	14,791061	177,43	18,05	21,62

c) Podšívkový materiál NOMEX® Comfort, 220 g/m²:

Graf 23: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**



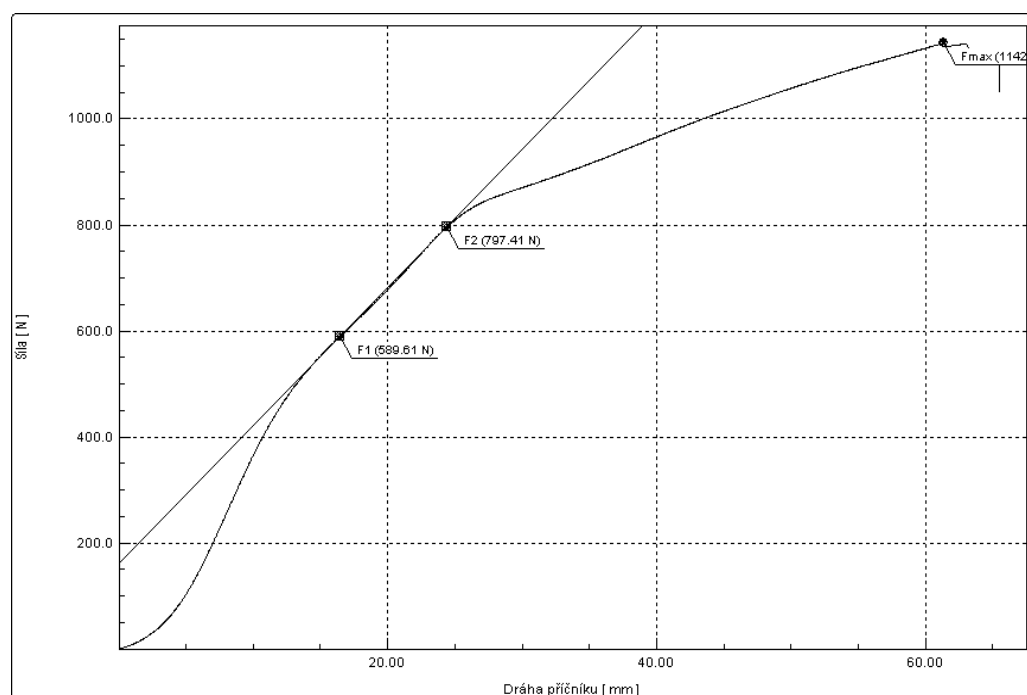
Tab. 50 Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	77,7035	1459,828	77,297226	121,8	38,85	1459,83	43,22
4	77,89004	1456,58618	80,781075	128,77	38,95	1456,59	45,98
3	74,93318	1472,09192	74,269882	131,05	37,47	1472,09	44,32
2	79,32761	1452,26794	80,075752	129,86	39,66	1452,27	47,24
1	78,86952	1502,4801	82,760963	149,62	39,43	1502,48	44,72

Tab. 51 Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu **ve směru osnovy**

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	77,74477	1468,65076	79,036972	132,22	38,87	1468,65	45,1
Směrodatná odchylka zkoušek	1,71014	20,29814	3,306846	10,37	0,86	20,3	1,55
Variační koeficient zkoušek	2,19968	1,38209	4,183923	7,84	2,2	1,38	3,44
Minimální hodnota zkoušek	74,93318	1452,26794	74,269882	121,8	37,47	1452,27	43,22
Maximální hodnota zkoušek	79,32761	1502,4801	82,760963	149,62	39,66	1502,48	47,24

Graf 24: Záznam tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku



Tab. 52 Výpis výsledků tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	65,03178	1146,66406	51,663456	104,58	32,52	1146,66	36,88
4	64,96065	1113,19202	49,572132	102,57	32,48	1113,19	36,26
3	65,79264	1121,98413	50,384003	100,5	32,9	1121,98	37,12
2	60,99718	1074,85413	49,326672	98,54	30,5	1074,85	37
1	61,32234	1142,65601	51,25087	103,81	30,66	1142,66	36,44

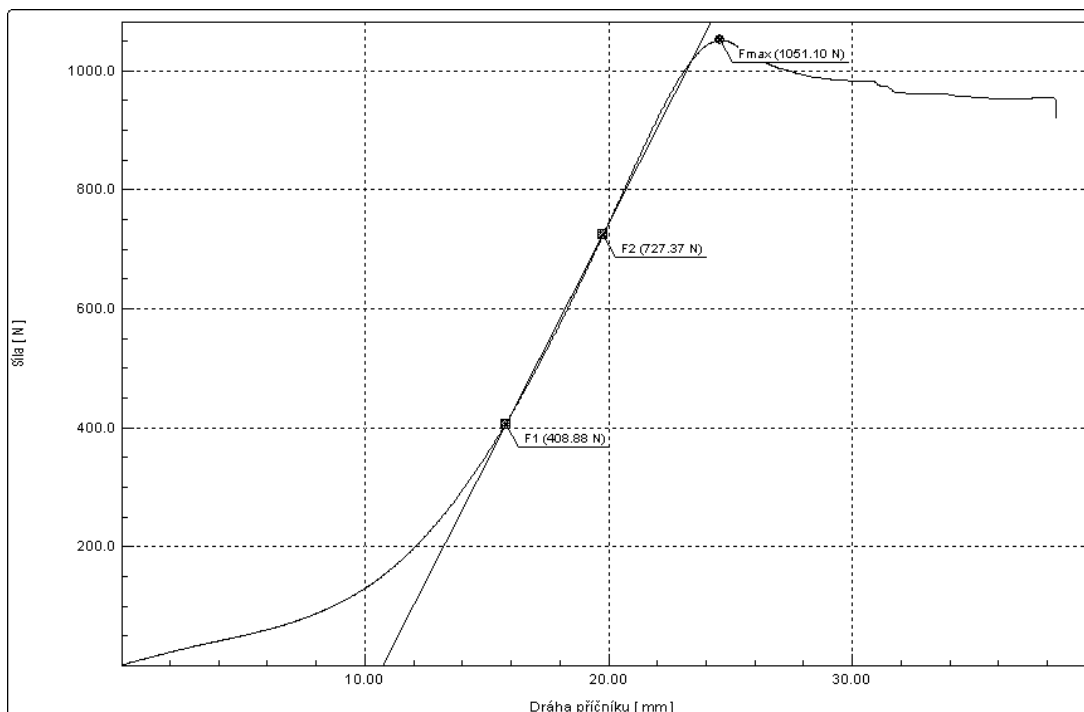
Tab. 53 Základní statistické výpočty tahové zkoušky podšívkového materiálu ve směru útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	63,62092	1119,87012	50,439426	102	31,81	1119,87	36,74
Směrodatná odchylka zkoušek	2,27317	28,77767	1,0186	2,47	1,14	28,78	0,37
Variační koeficient zkoušek	3,573	2,56973	2,019452	2,43	3,57	2,57	1,01
Minimální hodnota zkoušek	60,99718	1074,85413	49,326672	98,54	30,5	1074,85	36,26
Maximální hodnota zkoušek	65,79264	1146,66406	51,663456	104,58	32,9	1146,66	37,12

9.3.5.3 Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ II

a) Vrchový materiál NOMEX® STAFF, 195 g/m²:

Graf 25: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy



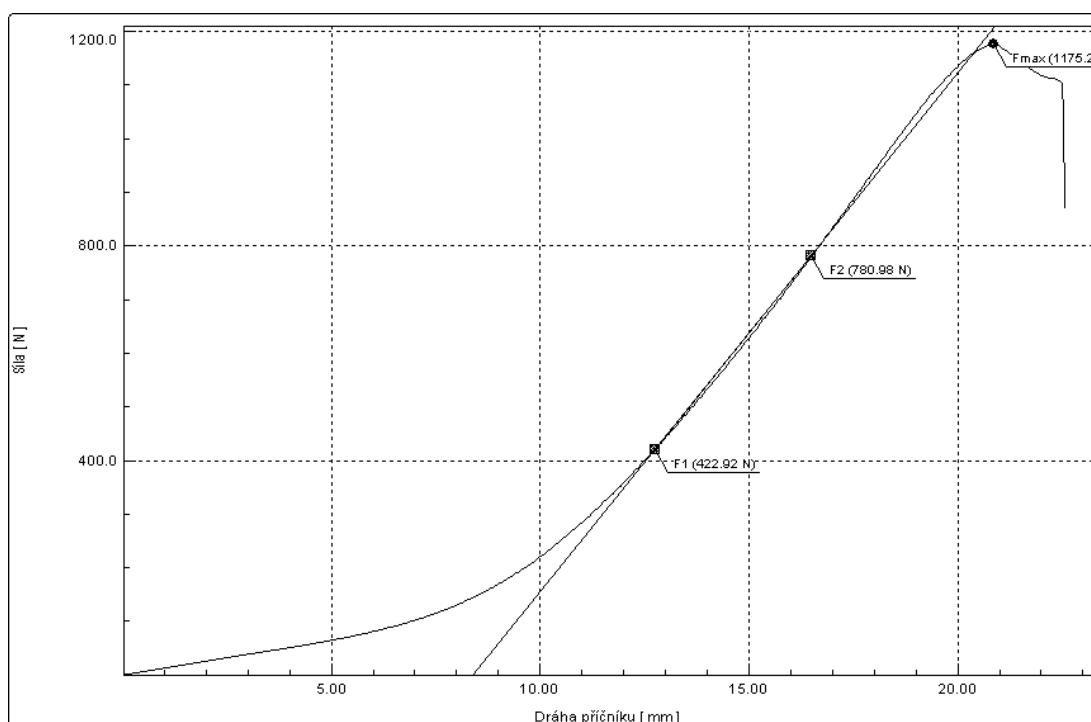
Tab. 54 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	25,23208	1129,078	25,867777	332,78	12,62	1129,08	22,8
4	24,87362	1092,51392	18,680643	330,01	12,44	1092,51	19,12
3	24,86912	1029,27209	14,694588	319,84	12,43	1029,27	17,38
2	25,04994	1046,38794	22,462542	314,84	12,52	1046,39	21,8
1	24,5443	1051,09595	22,162115	317,44	12,27	1051,1	21,36

Tab. 55 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru osnovy

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	24,91381	1069,66956	20,773533	322,98	12,46	1069,67	20,49
Směrodatná odchylka zkoušek	0,25494	40,52837	4,244585	7,94	0,13	40,53	2,2
Variační koeficient zkoušek	1,02329	3,78887	20,432655	2,46	1,02	3,79	10,74
Minimální hodnota zkoušek	24,5443	1029,27209	14,694588	314,84	12,27	1029,27	17,38
Maximální hodnota zkoušek	25,23208	1129,078	25,867777	332,78	12,62	1129,08	22,8

Graf 26: Záznam tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku



Tab. 56 Výpis výsledků tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru útku

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
5	21,62638	1111,88	12,773485	321,36	10,81	1111,88	14,12
4	21,99244	1140,64807	14,729186	331,17	11	1140,65	15,16
3	21,838	1129,54004	10,874023	337,19	10,92	1129,54	13,22
2	21,98132	1136,63794	13,854316	341,41	10,99	1136,64	14,86
1	20,87236	1175,20398	10,234639	383,61	10,44	1175,2	12,6

Tab. 57 Základní statistické výpočty tahové zkoušky vrchového materiálu ve směru
útku

STATISTICKÉ VÝPOČTY	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec
Počet zkoušek	5	5	5	5	5	5	5
Průměrná hodnota zkoušek	21,6621	1138,78198	12,493131	342,95	10,83	1138,78	13,99
Směrodatná odchylka zkoušek	0,46555	23,15044	1,914005	23,95	0,23	23,15	1,08
Variační koeficient zkoušek	2,14913	2,03291	15,320458	6,98	2,15	2,03	7,72
Minimální hodnota zkoušek	20,87236	1111,88	10,234639	321,36	10,44	1111,88	12,6
Maximální hodnota zkoušek	21,99244	1175,20398	14,729186	383,61	11	1175,2	15,16

b) Goretexová membrána GORE-TEX® Flameliner A, 175 g/m²:

viz kap. 9.3.5.2 Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ

c) Podšívkový materiál NOMEX® Comfort, 220 g/m²:

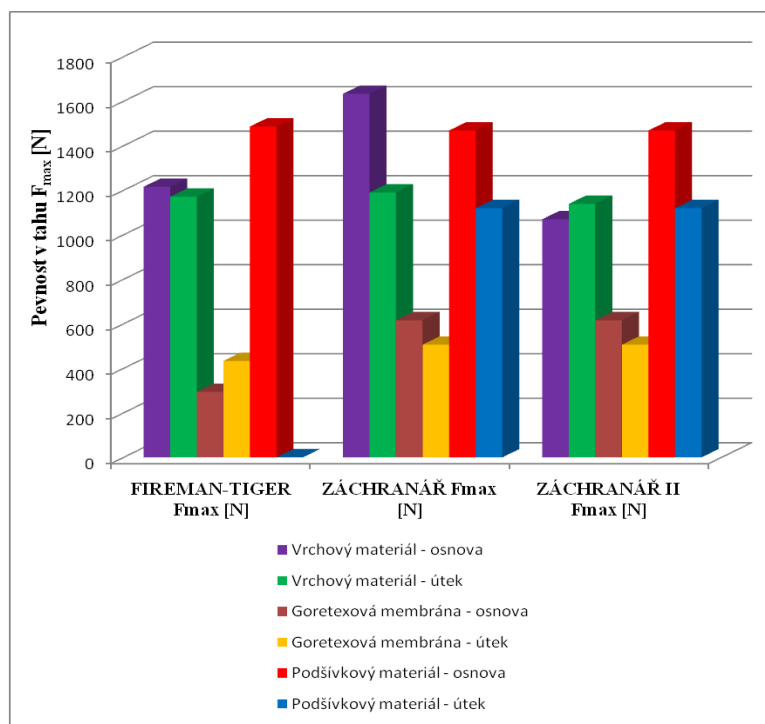
viz kap. 9.3.5.2 Ochranný záchrannářský oděv ZÁCHRANÁŘ

9.3.5.4 Porovnání pevnosti v tahu textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II

Tab. 58 Pevnost v tahu textilních materiálů hasičských a záchrannářských oděvů

	Vrchový materiál - osnova	Vrchový materiál - útek	Goretexová membrána - osnova	Goretexová membrána - útek	Podšívkový materiál - osnova	Podšívkový materiál - útek
FIREMAN-TIGER F_{max} [N]	1215,73	1171	294,31	432,92	1486,25	992, 14
ZÁCHRANÁŘ F_{max} [N]	1633,18	1189,92	615,94	506,21	1468,65	1119,87
ZÁCHRANÁŘ II F_{max} [N]	1069,67	1138,78	615,94	506,21	1468,65	1119,87

Graf 27: Porovnání pevností v tahu textilních materiálů hasičských a záchrannářských ochranných oděvů

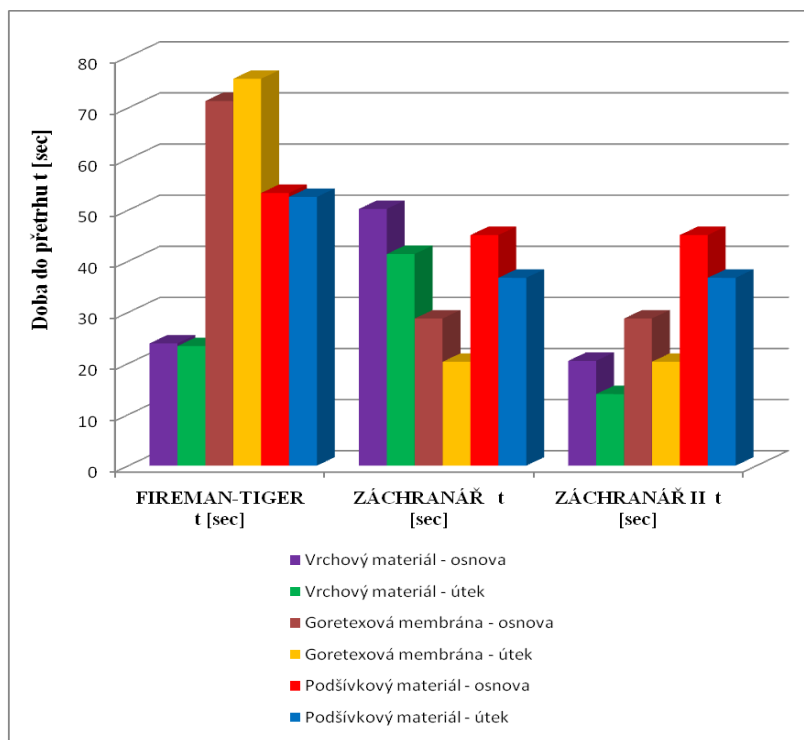


9.3.5.5 Porovnání doby do přetrhu textilních materiálů hasičského oděvu FIREMAN-TIGER, záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ a ZÁCHRANÁŘ II

Tab. 59 Průměrná doba přetrhu textilních materiálů hasičských a záchrannářských oděvů

	Vrchový materiál - osnova	Vrchový materiál - útek	Goretexová membrána - osnova	Goretexová membrána - útek	Podšívkový materiál - osnova	Podšívkový materiál - útek
FIREMAN-TIGER t [sec]	23,9	23,38	71,32	75,67	53,33	52,56
ZÁCHRANÁŘ t [sec]	50,2	41,39	28,77	20,31	45,1	36,74
ZÁCHRANÁŘ II t [sec]	20,49	13,99	28,77	20,31	45,1	36,74

Graf 28: Porovnání doby do přetrhu textilních materiálů hasičských a
záchrannářských ochranných oděvů



9.3.6 Závěr

Z Grafů: 27, 28 je zřejmé, že celkově nejlepší pevnost a tažnost má vrchový materiál NOMEX III záchrannářského oděvu ZÁCHRANÁŘ ve směru osnovy, který v průměru dosahuje nejvyšší pevnosti v tahu a přetrhne se za delší dobu, než ostatní materiály.

Podobně je na tom i podšívkový materiál NOMEX COMFORT u hasičského a záchrannářského oděvu ve směru osnovy.

Naopak Goretexová membrána GORE-TEX FLAMELINER A záchrannářského oděvu ve směru osnovy i útku, která vykazuje nízkou pevnost v tahu při krátké době do přetrhu.

Goretexová membrána GORE-TEX FIREBLOCKER hasičského oděvu FIREMAN-TIGER má nízkou pevnost v tahu ve směru osnovy i útku, ale přetrhne se za poměrně dlouhou dobu.

10. ZÁVĚR

Tato práce se zabývá problematikou prodyšnosti, pevnosti a tažnosti textilií pro speciální ochranné oděvy pro hasiče a záchranáře.

V úvodu je definováno několik významných vlastností, které popisují svoji funkci právě pro textilie speciálních ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře a dále také komfort už hotových výrobků, který je velmi důležitý pro samotné hasiče a záchranáře. Oděv musí nejen splňovat funkci ochrannou před nepříznivými vlivy okolí, ale také funkci komfortu, kdy se hasič a záchranář musí v oděvu dobře cítit, nesmí ho nikde škrtit a dřít.

Uvedením některých vláken používaných pro výrobu ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře a zmínkou významných vlastností těchto vláken bylo zjištěno, že nejpoužívanějším vláknem je vlákno Nomex ze skupiny m-aramidů od firmy DuPont, jehož předností je vysoká tepelná odolnost, pevnost, pružnost, jeho bod tání přesahuje 400°C a zároveň je odolné proti mnoha chemikáliím. Proto je toto vlákno používáno pro výrobu ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře firmou Deva F-M s.r.o.

V práci je uvedeno rozdělení ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře od firmy Deva F-M s.r.o. podle použití, jejich charakteristické vlastnosti a materiálové složení. Z tohoto rozdělení lze soudit, že výroba těchto oděvů se neustále vyvíjí a mění, nejen z hlediska konstrukčního, ale i z hlediska materiálového a zlepšení vlastností a komfortu oděvů.

Prodyšnost, pevnost a tažnost textilií určených právě pro ochranné oděvy pro hasiče a záchranáře bylo možné testovat na různých zkušebních zařízeních a tyto výsledky poukázaly na to, do jaké míry jsou textilie schopny chránit zdraví člověka před nepříznivými vlivy okolí jako např. plameny, sálavým teplem, vodou, chemikáliemi, postřikem roztaveným kovem atd. S těmito i mnohem horšími riziky se musí hasiči a záchranáři vypořádat dennodenně a proto je nutné také brát v úvahu životnost těchto textilií, která souvisí s pevností a tažností textilií ochranných oděvů.

Příroda je natolik nevyzpytatelná, že v ohrožení před různými okolními vlivy jsme neustále. A dennodenně riskují nejen hasiči a záchranáři své životy, jejich odvaha nasazovat vlastní život je k nezaplacení a proto je důležité, aby se udělalo maximum proto, aby se riziko jejich ohrožení minimalizovalo alespoň kvalitním, ochranným oděvem s výbornými vlastnostmi textilních materiálů a komfortem těchto textilií.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Z historie požární ochrany [online] [citováno dne 28.února 2007]
URL:< <http://sdhstrakonice1.blog.cz/0702/z-historie-pozarni-ochrany> >
- [2] VAVROVÁ, L.: Záchranná služba. Odborná práce. Obchodní Akademie, vyšší odborná škola cestovního ruchu a jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky. Karlovy Vary, 2008.
- [3] DRAŠAROVÁ, J., HAVLOVÁ, M.: Přednáška: Vysoce funkční textilie pro ochranné pracovní oděvy. TU Liberec, 2010.
- [4] Deva F-M: Výsledky laboratorních testů provedené společností W. L. Gore & Associates, 1998.
- [5] NOSEK, M.: Zkoušky ochranných oděvů pro hasiče a záchranáře. Diplomová práce. TU Liberec, 2005.
- [6] TVRDÁ, P.: Oděvy používané v extrémních podmínkách. Bakalářská práce. TU Liberec, 2006.
- [7] Materiály používané pro výrobu ochranných oděvů pro hasiče a jejich vlastnosti – Toja Professional [online] [citováno dne 31.března 2010]
URL:< <http://www.taktickavystroj.cz/html/materialy/> >
- [6] URL:<
http://www.gore-tex.cz/remote/Satellite?c=fabrics_cont_land_c&childpagename=goretex_cs_CZ%2Ffabrics_cont_land_c%2FFabricTechnologiesChapterOneLandingSEO&cid=1183947839818&p=1183947843640&pagename=SessionWrapper >
- [9] MILITKÝ, J.: Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 1. Liberec: TU, 2002. ISBN 80-7083-644-X.
- [10] Vlastnosti Nomexových vláken [online] [citováno dne 30.března 2010]
URL:<
http://www.balerina.cz/index~b_pripravujeme~.php?start=0&polnar=3&radku=10&mod=skupiny&zobr=4&jedn1=m&jedn2=-&v1_naz=jemnost&obr4=nite_kon_balerina_zl.jpg&zobr_nadskup=5 >
- [11] PREISSELOVÁ, L., VOKOUNOVÁ, L.: Profesionální uniformy I – Hasičské a vojenské uniformy. Semestrální práce. TU Liberec, 2007.

- [12] DVOŘÁK, O., ŠTEFKOVÁ, E., KOTINSKÝ, P.: Ochranné oděvy pro hasiče: vlastnosti zkoušení, praktické používání a certifikace. Praha: MV – generální ředitelství HZS ČR, 2002.
- [13] MILITKÝ, J.: Přednášky: Textilní vlákna; Speciální vlákna. Vyd. 2. Liberec: TU v Liberci, 2007.
- [14] ČERNÁ, J.: Technické a normativní požadavky na ochranné oděvy. Diplomová práce. TU Liberec, 2008.
- [15] Katalog Deva your smart solution : 2009 © All design graphics, s.r.o.
URL: < http://www.deva-fm.cz/DEVA_katalog_cz.pdf >
- [16] DuPont: Firemní literatura, 2000.
- [17] Kovačič, V.: Zkoušení textilií. Učební texty. TU Liberec, 2001.
- [18] JANEČKOVÁ, I.: Vlastnosti membrány používané v hasičských zásahových uniformách po násobném praní. Bakalářská práce. TU Liberec.
- [19] HAVRDOVÁ, M.: PŘÍSPĚVEK K HODNOCENÍ PRODYŠNOSTI ODĚVNÍCH TKANIN. Teze disertační práce. Liberec, 2004.